This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

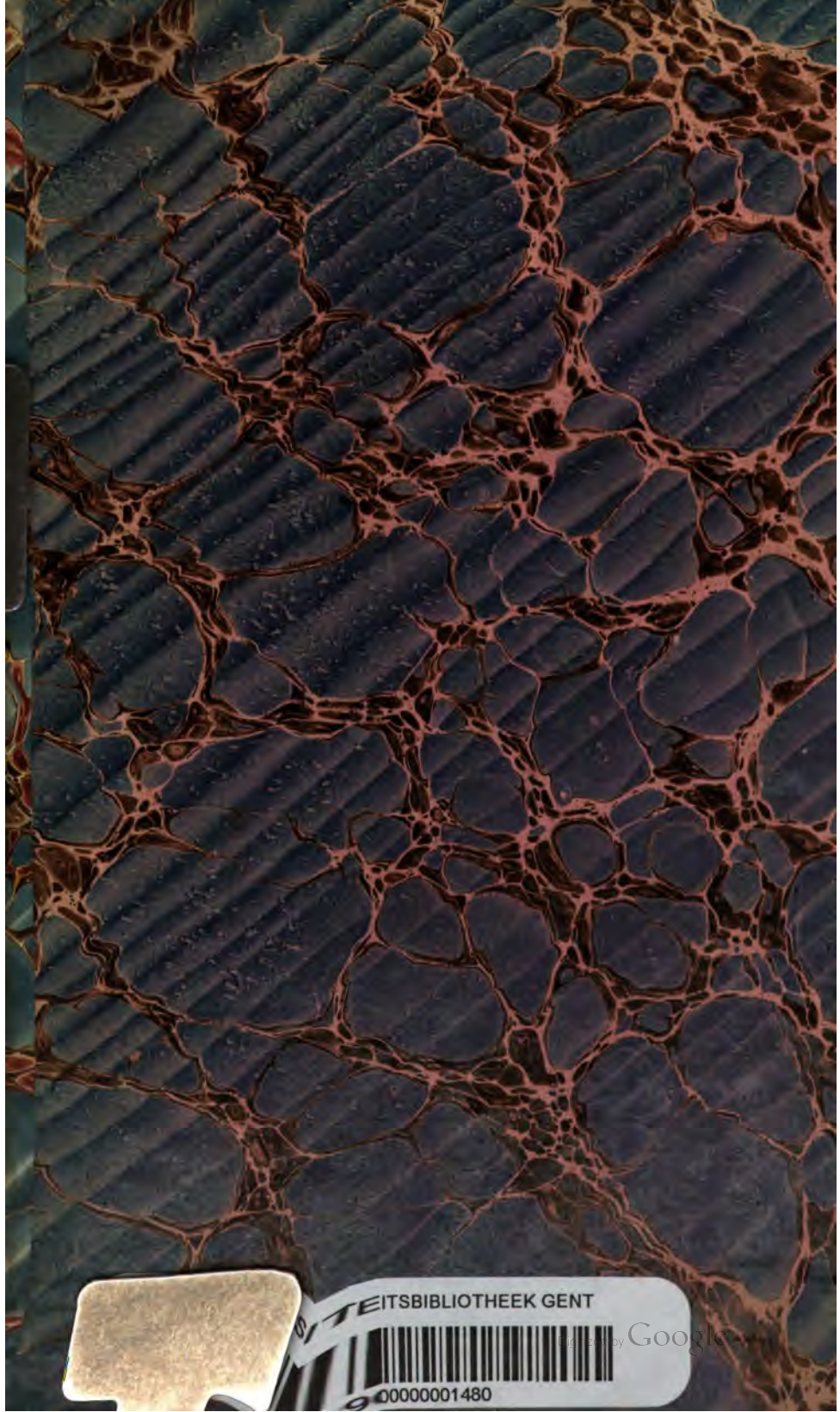
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google


ITSBIBLIOTHEEK GENT
00000001480
Digitized by Google

Digitized by Google

H. N. [illegible]
HN 906

Digitized by Google

Physiologie

der Gewächse.

Von

Ludolph Christian Treviranus,

der Phil. und Med. Dr. und ord. Prof. an der Univ. zu Bonn; der Acad. der Wissenschaften zu Berlin und Paris, der Linn. Ges. zu London und Stockholm, der Gartenbaugesellsch. zu Berlin und London, der naturforsch. Ges. zu Jena, Rostock, Berlin, Lund, Marburg, Halle, Leipzig, Dresden, Heidelberg, der Schweiz und der Wetterau, der bot. Ges. zu Regensburg und and. gel. Ges. Mitgliede.

Erster Band.

Mit drey lithographirten Tafeln.

Bonn,

bey Adolph Marcus.

1835.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Dass die Wissenschaft, welche in ihrer gegenwärtigen Gestalt ihren Hauptzügen nach darzustellen, die nachfolgenden Blätter bestimmt sind, allgemeiner verbreitet und gründlicher gekannt zu seyn verdiene, kann nicht in Abrede gestellt werden, wenn man ihren tiefen und durchgreifenden Einfluss auf die nützlichen und erfreuenden Gewerbe des Ackerbaues, der Forstwissenschaft, der Gärtnerey erwägt und wenn man Gelegenheit gehabt hat, sich von den Aufklärungen zu überzeugen, welche einerseits die allgemeine Physiologie der belebten Körper, andererseits der systematische Theil der Botanik aus ihr schöpfen. Der Verfasser, welcher für diese Wissenschaft seit seinen Jünglingsjahren eine besondere Vorliebe hatte und in ihr einigen Ersatz fand für die mancherley Täuschungen, welche die Neigung zur Pflanzenkunde ihn erfahren liess, betrachtete es als eine Aufgabe seines Lebens, zur Darstellung dieser nützlichen Wissenschaft nach besten Kräften beyzutragen und die meisten von ihm in einem Zeitraume von mehr als dreissig Jahren unternommenen Arbeiten bezogen sich vorzugsweise darauf. Indem er nun den Anfang macht, die Resultate dieser Forschungen in einer zusammenhängenden Gestalt dem Publicum vorzulegen, fühlt er nur zu sehr, wie viel ihnen noch fehlt, um das zu seyn, was er aus ihnen unter günstigeren Umständen zu machen gedachte: allein Betrach-

Digitized by Google

tungen von ernster Art veranlassen ihn, mit der Ausführung seines Vorhabens nicht länger zu zögern.

Lo sol sen' va e vien la sera:
Non v'arrestate, ma studiate 'l passo,
Mentre que l'occidente non s'annera.

Ueber die Grundsätze, welche mich bey dieser Arbeit geleitet haben, so wie über den Plan, welchem ich dabey zu folgen gedenke, werde ich nur mit Wenigem mich zu erklären haben. Meynungen anzuerkennen, deren Urheber Ansprüche auf Anerkennung machten, oder die durch ihren Namen irgend einen bedeutenden moralischen Einfluss ausübten, habe ich mich nie veranlasst gefunden, sondern immer frey und ohne Rückhalt die meinige dargelegt, indem ich jedoch, wo ich widersprach, den Widerspruch stets mit Gründen belegte und mich sorgfältig hütete, die der fremden Meynung, sobald sie ohne Anmaassung vorgetragen ward, gebührende Hochachtung aus den Augen zu setzen. Ueber den Grad der Gewissheit, deren die Lehrsätze der Naturwissenschaft, besonders der Physiologie, fähig sind, über den Gebrauch der Hypothesen, über die Anwendbarkeit der Symbole der Philosophie in derselben, habe ich bey einer andern Gelegenheit meine Gedanken geäussert und zu den dort ausgesprochenen Grundsätzen bekenne ich mich fortwährend. Thatsachen habe ich daher für wahr gehalten, wenn sie von den meisten oder doch von den besten Beobachtern anerkannt waren, wenn sie sich mir durch wiederholte eigene Beobachtung bewährt hatten, wenn sie mit andern wohlbegründeten Thatsachen im Einklange standen: zweifelnd hingegen habe ich mich ausgedrückt, wenn ihnen eines dieser Erfordernisse fehlte. Unter den besten Beobachtern jedoch habe ich keineswegs immer die neuesten verstanden, vielmehr schienen

Digitized by Google

diese mir oft in dem Grade von der Wahrheit sich
zu entfernen, als sie darauf ausgingen, durch Uner
heit der erzählten Thatsachen, durch neugebildete W
durch ausserordentliche Stärke der Vergrösserungen, d
übertriebene Eleganz der Zeichnungen Aufsehen zu
gen und das Urtheil zu bestechen. Der eigenen E
rungen habe ich in der Regel nur summarisch erwä
ohne in das Detail, welches ich mir immer sorgf
aufgeschrieben und durch Zeichnungen in der Ein
dungskraft festzuhalten gesucht habe, einzugehen und
wünsche dabey nichts weiter, als dass mir nur der
Wille und die nöthige Geschicklichkeit für solche Be
achtungen zuerkannt werden möge. Wenn ich daher
Manchem, was behauptet worden, äusserte, dass ich
nicht so gefunden habe, so soll damit nicht ges
seyn, dass es sich überhaupt nicht so verhalten könn
ich appellire nur an die unfehlbare Schiedsrichterin,
Natur selber, mit Beseitigung aller Autorität. Manch
Resultat, welches man aus einer Reihe sorgfältiger Beo
achtungen hatte geglaubt ziehen zu müssen, zeigt si
unhaltbar, wenn man im Ganzen der Wissenschaft ih
eine Stelle geben will: in diesem Falle ist es wie
den Tönen eines Claviers, die nicht völlig rein gestim
werden dürfen, wenn das Ganze harmonisch erklinge
soll: man muss von beyden Seiten etwas nachgeben od
wenn dies nicht mehr angeht, die Disharmonie bezei
nen, damit sie nicht weiter störend einwirke.

Bey Vergleichung meines Werks mit einem grösser
bereits beendigten Unternehmen von Decandolle wird
man die Verschiedenheit des Plans bald bemerken. Au
serdem, dass es mich zum Verständniss geeigneter dünkt
die bisherige Verbindung des anatomischen und physi
logischen Theils, welche bey Decandolle getren

Digitized by Google

sind, beyzubehalten, musste ich bey Manchem, was dort kurz angegeben war, mehr ins Einzelne gehen, Anderes mehr in der Kürze erwägen, noch Anderes, was schicklicher im Bereiche anderer Wissenschaften seine Stelle zu finden schien, ganz übergehen. Damit will ich die Vorzüge, welche jene Behandlungsweise unter einem andern Gesichtspuncte besitzen mag, nicht in Abrede stellen: besonders aber bin ich weit entfernt, mit jenem Meister, was die Eleganz der Diction betrifft, in die Schranken treten zu wollen. In der Disposition des Inhalts habe ich die Stufenfolge zu beobachten gesucht, welche in der Zusammensetzung sowohl der Organe, als der Functionen wahrgenommen wird. Wenn daher in gegenwärtigem Bande von den einfacheren Zusammensetzungen der Elementartheile, von den natürlichen und vitalen Verrichtungen der Assumtion, der Saftbewegung und Respiration die Rede ist: so soll im folgenden, welcher das Werk beschliessen wird, von den Absonderungen, dem Wachsthume, der Erzeugung und anderweitigen Vermehrung der Gewächse, so wie von den Erscheinungen des Pflanzenlebens in seiner Gesammtheit, von Wärme und Lichtbildung durch dasselbe, von der allgemeinen und besondern Reizbarkeit, von den äusseren Bewegungen der Pflanze u. s. w. gehandelt werden. Welche Ordnung man indessen auch wählen mag, nie wird man vermeiden können, dass nicht früher manche Gegenstände zur Sprache kommen, welche ihre eigentliche Stelle erst später finden. Die Lebenserscheinungen, sagt Boerhaave, hangen wie in einer Kreisbewegung, als gegenseitig Ursachen und Wirkungen von einander, so zusammen, dass eine unvermeidliche Schwierigkeit beym Vortrage darin besteht, eine Ordnung zu finden, worin nicht gegen die Gesetze einer guten Methode gesündiget

Digitized by Google

wird. Obschon ich daher vor Wiederholungen mich zu hüten sehr bemüht war, sind diese doch nicht ganz zu vermeiden gewesen, wo es darauf ankam, Gegenstände deutlicher zu machen, die unter sich in naher Beziehung stehen und doch in gehöriger Folge abgehandelt, also manchmal von einander getrennt seyn wollen. In Citirung der Schriften, die ich verglich oder aus denen ich schöpfte, bin ich meistens sehr kurz gewesen: die welche den Gegenstand kennen, werden auch mit ihnen bekannt seyn und für sie die Citate hinreichen. Unter den Büchern, welche mir nicht gelungen ist, mir zu verschaffen, bedaure ich Kiesers Mémoire sur l'organ. d. plantes und des älteren Saussure Schrift Sur l'ecorce d. feuilles et d. pétales nennen zu müssen; auch in periodischen und Gesellschafts-Schriften mag sich Manches finden, was mir unbekannt geblieben; es ist unmöglich Alles zu lesen, wenn man für eigene Forschung Zeit und Lust behalten will. Allen denen, welche mich durch Mittheilungen verschiedener Art für meine Zwecke unterstützt haben, insbesondere den Herren Agardh, Brongniart, Brown, Cunningham, Göppert, Hunnemann, Lindley, Mirbel, Mohl, Reinwardt, danke ich hiemit aufs Verbindlichste und bitte sie, mich auch ferner in meinem schwierigen Unternehmen zu unterstützen, bey dessen Ueberblickung ich mich der Worte von Grew (am Schlusse der Einleitung seines oft zu nennenden Werkes) erinnere: Der Weg ist lang und dunkel und wie ein Reisender manchmal, wenn er die Spitze eines Berges erklommen hat erst siehet, wie deren noch einer und wieder einer vor ihm liegt, bis er ans Ende seiner Reise gelangt: so ist der Weg der Natur ungeebnet und geht hergauf, bergab, so dass eine überwundene Schwierigkeit oft nur dazu

Digitized by Google

dient, eine andere zu zeigen, die noch zu überwinden ist. Müssen wir deswegen glauben, dass unsere Anstrengungen ihr Ziel stets nur unvollkommen erreichen werden, so kann es doch nicht schaden, eifrig nach mehr zu streben. Denn obschon einer die Sterne niemals treffen wird, wenn er nach ihnen zielt, so wird er ihnen doch viel näher kommen, als einer, der nach Aepfeln wirft.

Im August 1835.

Digitized by Google

Inhalt.

Erstes Buch.

Vom Leben der Gewächse überhaupt.

Erstes Capitel.

Von den lebenden Körpern.

		Seite
§. 1.	Was Leben sey.	1
§. 2.	Innerer Grund des Lebens.	2
§. 3.	Es ist eine Eigenschaft der Materie.	3
§. 4.	Scheinbare Schwierigkeiten.	4
§. 5.	Es ist von ihr unzertrennlich.	5
§. 6.	Gerinnbare Materie der organischen Körper.	6
§. 7.	Sie besitzt das Leben in jedem Puncte.	8
§. 8.	Zwey entgegengesetzte Thätigkeiten im Leben.	9
§. 9.	Organisation, Wachsthum, Saftbewegung.	11
§. 10.	Unterschiede des Belebten und Unbelebten.	12

Zweytes Capitel.

Vom Unterschiede der Pflanzen und der Thiere.

§. 11.	In der Materie und den Elementartheilen.	14
§. 12.	In der Ernährungsart und im Wachsthume.	15
§. 13.	In den Lebens- und Geschlechtsverrichtungen.	17
§. 14.	In den thierischen Verrichtungen.	18
§. 15.	Eigenmächtige Bewegungen bey Wasseralgen.	20
§. 16.	Uebergänge aus dem Pflanzenreiche ins Thierreich.	22

Digitized by Google

Zweytes Buch.

Von den Elementartheilen der Gewächse.

Erstes Capitel.

Vom Zellgewebe.

			Seite
§.	17.	Von den Elementartheilen überhaupt.	24
§.	18.	Namen des Zellgewebes.	25
§.	19.	Dessen Bau im Allgemeinen.	26
§.	20.	Grösse der Zellen.	28
§.	21.	Ihre verschiedene Form.	29
§.	22.	Doppelheit und verschiedener Durchmesser der Zellenwände.	31
§.	23.	Ihre Starrheit und Homogeneität.	33
§.	24.	Abwesenheit von Oeffnungen in den Zellenmembranen.	34
§.	25.	Fasrige Wände gewisser Zellen.	36
§.	26.	Zellgewebe, Intercellulargänge.	38
§.	27.	Inhalt der Zellen.	41
§.	28.	Körniges Wesen.	43
§.	29.	Saftcrystalle, Raphiden.	45
§.	30.	Ihr Vorkommen.	47
§.	31.	Bewegung des Zellensafts.	48
§.	32.	Durchdringung der Scheidewände.	50
§.	33.	Rotation des Zellensafts.	52
§.	34.	Vorkommen und Ursachen.	54
§.	35.	Ausdehnungs- und Einsaugungsvermögen des Zellgewebes.	56
§.	36.	Verrichtungen des Pflanzen-Zellgewebes.	58
§.	37.	Thierischer Schleimstoff.	59
§.	38.	Gleiche Verrichtungen, wie des Pflanzen-Zellgewebes.	61
§.	39.	Und verschiedene.	63

Zweytes Capitel.

Vom Fasergewebe.

§.	40.	Benennung.	64
§.	41.	Allgemeine Form.	67

Digitized by Google

Seite

§. 42. Höhle der Faser. 69
§. 43. Ihre Wände. 71
§. 44. Ihre Verbindung in ein Gewebe. . . . 72
§. 45. Ihr Inhalt. 74
§. 46. Ihre Verrichtungen. 76
§. 47. Vergleichung mit den Muskelfasern im Bau. . 78
§. 48. In den physischen Eigenschaften und Verrichtungen. 80
§. 49. Dutrochets Ansichten. 81

Drittes Capitel.

Von den Gefässen.

§. 50. Von den Gefässen überhaupt. 82
§. 51. Von den Spiralgefässen. 84
§. 52. Eigenschaften der Spiralfiber. 86
§. 53. Ihre Windungen. 88
§. 54. Bekleidung der Windungen. 90
§. 55. Einschnürungen, Lage, Endung der Spiralgefässe. 92
§. 56. Gestreifte Gefässe. 93
§. 57. Ihre Abänderungen. 95
§. 58. Treppengefässe. 96
§. 59. Fernere Unterschiede von den Spiralgefässen. 98
§. 60. Punctirte Gefässe. 99
§. 61. Beschaffenheit der Puncte. 101
§. 62. Gegliederter Bau. 103
§. 63. Sonstige Eigenschaften und Vorkommen. . 105
§. 64. Uebergänge der drey Gefässformen. . . . 106
§. 65. Verschlingungen der Gefässe. 108
§. 66. Gefässe der Coniferen. 110
§. 67. Ihre punctirten Gefässe. 112
§. 68. Besondere Erscheinungen der Puncte. . . 113
§. 69. Verrichtungen der Gefässe. 115
§. 70. Sie enthalten Luft. 117
§. 71. Sie können auch tropfbare Flüssigkeiten aufnehmen. 119
§. 72. Dass sie es im Leben thun, ist wahrscheinlich. 120

Digitized by Google

Seite

§. 73. Nicht aber ausgemacht gewiss. . . . 122
§. 74. Vermuthungen darüber. 123
§. 75. Vergleichung mit den Arterien. . . . 125
§. 76. Mit den Luftröhren der Insecten. . . . 126
§. 77. Mit den Saugadern. 128

Viertes Capitel.

Von den Lufthöhlen und Behältern des abgesonderten Safts.

§. 78. Vorkommen und Form der Lufthöhlen. . . 130
§. 79. Ihr innerer Bau. 132
§. 80. Besondere Körper in den Lufthöhlen einiger Wassergewächse. 134
§. 81. Inhalt und Bestimmung der Lufthöhlen. . . 135
§. 82. Vorkommen der eigenthümlichen Saftgefässe. . 137
§. 83. Verschiedene Ansichten in Betreff ihrer. . . 138
§. 84. Einfache Secretionsgefässe. 140
§. 85. Zusammengesetzte Gefässe dieser Art. . . 142
§. 86. Ihr Inhalt ein Harz oder Gummi. 145
§. 87. Meynung von C. H. Schulz in Rücksicht ihrer. 147
§. 88. Verbreitung und Vorkommen dieser Saftbehälter. 148

Fünftes Capitel.

Von der Entstehung und Entwicklung der Elementartheile.

§. 89. Entstehung des Zellgewebes. 149
§. 90. Kügelchen scheinen Anfänge der Zellen. . . 151
§. 91. Ihre Entstehungsart nach Mirbel. . . . 153
§. 92. Bildung der Intercellulargänge. . . . 155
§. 93. Veränderung der Zellenwände. . . . 157
§. 94. Ursprung der fibrösen Röhren. . . . 158
§. 95. Entstehungsart der Gefässe. 159
§. 96. Entstehung ihres verschiedenartigen Baues. . 162
§. 97. Mirbels Ansicht. 163
§. 98. Vorgebliche Verwandlung der Gefässe. . . 164

Digitized by Google

Seite

§. 99. Gegengründe aus dem Vorkommen. . . 168
§. 100. Aus dem Bau genommene Gegengründe. . 169
§. 101. Entstehung der Lufthöhlen. 171
§. 102. Entstehung der eigenthümlichen Saftbehälter. . 173

Drittes Buch.

Von den Elementarsystemen der Gewächse.

Erstes Capitel.

Cryptogamen, Monocotyledonen.

§. 103. Zusammensetzung der Elementarorgane überhaupt. 174
§. 104. Ist nicht als Vereinigung von Individuen zu denken. 175
§. 105. Schwämme. 177
§. 106. Flechten. 178
§. 107. Wasseralgen. 180
§. 108. Laub- und Lebermoose. 182
§. 109. Farrenkräuter überhaupt. 185
§. 110. Baumartige Farrenkräuter. 186
§. 111. Elementartheile und braune Scheidenhaut. . 188
§. 112. Allgemeiner Bau der Monocotyledonen. . . 190
§. 113. Zusammensetzung der Faser- und Gefässbündel. 193
§. 114. Abänderungen davon. 194
§. 115. Rinde, Holz, Mark des Monocotyledonenstengels. 196
§. 116. Veränderung des Baues durch das Wachsthum 198
§. 117. Abgang der Blätter. 200
§. 118. Zweigbildung. 202
§. 119. Monocotyledonen wachsen nur von Aussen. . 203
§. 120. Nicht von Aussen und Innen zugleich. . . 204
§. 121. Allgemeine Ansicht der Stengelbildung bey Monocotyledonen. 206

Zweytes Capitel.

Dicotyledonen.

§. 122. Entstehung ihres Holzringes. 207

Digitized by Google

		Seite
§. 123.	Zerstreute Gefässbündel.	209
§. 124.	Aeussere Rindenlage.	211
§. 125.	Innere Rindenlage.	213
§. 126.	Ihre Elementartheile.	215
§. 127.	Ihre fibrösen Röhren.	217
§. 128.	Ihre Veränderungen durch das Wachsthum.	218
§. 129.	Forsetzung des Vorigen.	220
§. 130.	Schicht zwischen Rinde und Holzkörper.	222
§. 131.	Elementartheile des Holzes.	223
§. 132.	Fibröse Röhren.	225
§. 133.	Gefässe des Holzes.	227
§. 134.	Zellgewebe in und zwischen den Holzlagen.	229
§. 135.	Markstrahlen des Holzes.	230
§. 136.	Ihr Bau und Vorkommen eigenthümlicher Saftbehälter.	233
§. 137.	Lagenförmige Bildung des Holzes.	235
§. 138.	Ungleiche Dicke und Excentricität der Lagen.	238
§. 139.	Ursache derselben.	239
§. 140.	Ihre innere Ungleichheit.	241
§. 141.	Splint und reifes Holz.	242
§. 142.	Markscheide.	245
§. 143.	Form der Markhöhle.	247
§. 144.	Mark.	248
§. 145.	Enthält keine, als nur eigenthümliche Gefässe.	250
§. 146.	Krautartige Dicotyledonen.	252
§. 147.	Knotenbildung.	254
§. 148.	Abgang der Blattstiele vom Stamme.	256
§. 149.	Abgang der Knospen und Zweige.	257
§. 150.	Entstehung einer neuen Holzlage.	259
§. 151.	Bast verwandelt sich nicht in Splint.	260
§. 152.	Eine neue Splintlage entsteht unmittelbar aus gerinnbarem Safte.	262
§. 153.	Ansicht von Dupetit-Thouars.	265
§. 154.	Holz und Rinde sind dabey thätig.	267
§. 155.	Bildung einer neuen Rindenlage.	268
§. 156.	Jährliches Abwerfen der trocknen äussersten Rindenlage.	270
§. 157.	Verdickung und Reissen derselben.	271

Digitized by Google

Seite

§. 158. Veränderungen des Markes. 272
§. 159. Verhärtung desselben. 274
§. 160. Vergleichung der Elementartheile von Pflanzen und Thieren. 276
§. 161. Ihr verschiedener Antheil an den Systemen und Organen in beyden Reichen. 278
§. 162. Die Vollständigkeit ihrer Zusammensetzung hat Stufen. 279
§. 163. Ihre secundaire Vereinigung in beyden Reichen. 281
§. 164. Ihre weiteren Veränderungen im Pflanzen- und Thierleben. 282

Viertes Buch.

Aufnahme, Bewegung, Verähnlichung des Saftes.

Erstes Capitel.

Bewegung der Pflanzensäfte.

§. 165. Gründe für eine solche überhaupt. . . 283
§. 166. Aufsteigen des Saftes im Holzkörper. . . 284
§. 167. Und zwar in den äusseren Splintlagen. . . 287
§. 168. Organe des Aufsteigens. 288
§. 169. Nur die Gefässe können es seyn. . . . 290
§. 170. Menge des aufsteigenden Saftes. . . . 291
§. 171. Kraft des Aufsteigens. 292
§. 172. Abänderungen in der Richtung der Saftbewegung. 294
§. 173. Entfernte Ursachen. 296
§. 174. Einfluss von Alter und Periodicität. . . 298
§. 175. Nächste Ursache. 300
§. 176. Ist im Leben gegründet. 302
§. 177. Die Bewegung ist nicht durch Mechanismus vermittelt. 303
§. 178. Dutrochets Hypothese. 305
§. 179. Anziehung des Saftes durch die Gefässe. . 307
§. 180. Das Nemliche geschieht im Thierreiche. . . 309
§. 181. Saftbewegung im umgekehrten Stamme. . . 311
§. 182. Ergiessung des Safts ins Zellen- und Fasergewebe. 313
§. 183. Dessen Entwicklung durch ihn. . . . 314

Digitized by Google

Seite

§. 184. Wobey er in Zellensaft übergeht. . . . 315
§. 185. Sein Absteigen in der Rinde als Zellensaft. . 317
§. 186. Anschwellung der Rinde über einer Unterbrechung. 319
§. 187. Fernere Beweise für das Absteigen des Rindensaftes. 320
§. 188. Mittheilung individueller Eigenthümlichkeit durch ihn. 322
§. 189. Wahrscheinlichkeit seiner absteigenden Bewegung. 323
§. 190. Einwürfe dagegen. 325
§. 191. Ansicht von A. Dupetit-Thouars. . . 326
§. 192. Gartenoperationen auf das Absteigen des Rindensafts gegründet. 328
§. 193. Das Pfropfen und Oculiren. 330
§. 194. Erscheinungen bey Monocotyledonen. . . 332
§. 195. Ort des Absteigens der Rindensäfte. . . 334
§. 196. Ursache des Absteigens. 335
§. 197. Nicht die Schwere des Rindensafts. . . 336
§. 198. Sondern das zerstörte Gleichgewicht der Bildung. 338
§. 199. Horizontale Bewegung des Rindensaftes von Aussen nach Innen. 340
§. 200. Und von Innen nach Aussen. 341
§. 201. Circulation der Säftemasse. 343
§. 202. C. H. Schulzens Cyclose. 345
§. 203. Urtheile der Zeitgenossen davon. . . . 346
§. 204. Das Wahre an dieser Sache. 349
§. 205. Womit die neuesten Beobachter übereinstimmen. 352
§. 206. Blutbewegung in den warmblütigen Wirbelthieren. 353
§. 207. In den kaltblütigen, den Crustaceen und Mollusken. 354
§. 208. Bey den Insecten, Ringwürmern und Strahlenthieren. 355

Zweytes Capitel.

Aufnahme und Verähnlichung des Saftes.

§. 209. Den Schwämmen und Algen fehlt ein Organ der Einsaugung. 357
§. 210. Moose und Farrenkräuter haben eine Wurzel. 359

Digitized by Google

Seite

§. 211. Primaire und secundaire Wurzel der Phanerogamen. 361
§. 212. Decandolle's Lenticellen. 363
§. 213. Aeussere Form der Wurzel. 364
§. 214. Bau der Knollen und Zwiebeln. . . . 366
§. 215. Bau der ästigen Wurzel. 368
§. 216. Antheil der Elementartheile am Wurzelbau. . 369
§. 217. Mangel an Oberhaut und spirale Zellen. . 371
§. 218. Haarwurzeln. 373
§. 219. Ihre Lebensdauer und Verrichtung. . . 374
§. 220. Haare an den Seiten der Fibrillen. . . . 376
§. 221. Ihr Bau und ihre Bestimmung. . . . 377
§. 222. Spitze der Fibrillen. 378
§. 223. Häutung ihrer Oberfläche. 380
§. 224. Saugwerkzeug der Parasiten an Stämmen und Blättern. 382
§. 225. So wie derer, die an Wurzeln leben. . . 384
§. 226. Bestimmung der Wurzel. 386
§. 227. Die Spitze ist der hauptsächlichste einsaugende Theil. 389
§. 228. Ursache der Einsaugung. 391
§. 229. Sie ist keine todte Kraft. 393
§. 230. Sondern beruht auf der Lebensturgescenz. . 394
§. 231. Nicht blosses Wasser wird eingesogen. . . 396
§. 232. Sondern in Verbindung mit nährender Materie. 397
§. 233. Chemische Ansichten der Ernährung der Gewächse. 398
§. 234. Zweifel dabey. 401
§. 235. Kohlensäure scheint nicht das Material der Ernährung. 403
§. 236. Sondern der Extractivstoff des Bodens. . . 404
§. 237. Licht ist formelle Bedingung dieser Ernährung. 406
§. 238. Mittel, die Einsaugung zu vermehren. . . 407
§. 239. Ob auch Erden und Salze eingesogen werden. 408
§. 240. Auswahl in den Ernährungsstoffen. . . 410
§. 241. Abweichendes der Assumtion bey den Thieren. 412
§. 242. Uebereinstimmendes mit der Assumtion bey den Gewächsen. 413
§. 243. Assimilation bey den Gewächsen. . . . 415

Digitized by Google

Seite

§. 244. Zuckerbildung in der Lymphe. . . . 416
§. 245. Nicht die Pflanzenmilch ist das Material der Assimilation. 418
§. 246. Sondern der Extractivstoff des Holzkörpers. . 420
§. 247. Wirkungen der Assimilation. 421
§. 248. Assimilation im Thierreiche. 423

Fünftes Buch.

Ausdunstung und Respiration.

Erstes Capitel.

Ausdunstung der Gewächse.

§. 249. Nothwendigkeit der Blätter. 426
§. 250. Sie fehlen ausnahmsweise. 427
§. 251. Allgemeine Form des Blattes. 428
§. 252. Seine Richtung. 430
§. 253. Seine Stellung am Stengel. 431
§. 254. Seine Befestigungsart. 433
§. 255. Articulation mit dem Stamme. . . . 434
§. 256. Nerven der Blattfläche. 436
§. 257. Ihre Ausbreitung in eine oder mehrere Ebenen. 437
§. 258. Anomaler Verlauf und Ausgänge der Nerven. . 438
§. 259. Parenchym des Blattes. 440
§. 260. Verschiedenheit desselben. 442
§. 261. In Form und Verbindung der Zellen. . . 444
§. 262. So wie auch in der Farbe. 446
§. 263. Die Oberhaut eine Zellenlage. . . . 447
§. 264. Zuweilen besteht sie aus mehreren Lagen. . 449
§. 265. Netzlinien der Oberhaut. 450
§. 266. Form ihrer Zellen. 452
§. 267. Ihr Zusammenhang und Inhalt. . . . 454
§. 268. Ihre Farbe. 456
§. 269. Abweichender Bau der thierischen Oberhaut. . 457
§. 270. Abwesenheit der Oberhaut an gewissen Pflanzentheilen und Pflanzen. 459
§. 271. Sie fehlt den gefässlosen Cryptogamen. . . 460
§. 272. Poren der Oberhaut. 462
§. 273. Sie fehlen einem Theile der Gewächse. . . 464

Digitized by Google

Seite

§. 274. Ihre Stellung und ihr Vorkommen. . . 465
§. 275. Es sind wahre Oeffnungen. 467
§. 276. Zwischen zwey oder mehreren Zellen. . . 469
§. 277. Mittel, sich davon zu überzeugen. . . . 471
§. 278. Sie führen in Höhlen des Blattparenchyms. . 472
§. 279. Ihre Bestimmung im Allgemeinen. . . . 474
§. 280. Haare, ihre Form und Farbe. 476
§. 281. Inperer Bau der Haare. 477
§. 282. Art ihres Vorkommens. 479
§. 283. Ihre Bestimmung. 480
§. 284. Höhlen an der Oberfläche der Blätter bey Landpflanzen. 481
§. 285. Bey Wassergewächsen. 483

Zweytes Capitel.

Wässrige Ausdunstung und Einsaugung der Blätter.

§. 286. Ausdunstung und Verdunstung. . . . 485
§. 287. Verhältniss der Ausdunstung zu äusseren Einflüssen. 487
§. 288. Und zu inneren Bedingungen. . . . 488
§. 289. Stärke der Ausdunstung. 489
§. 290. Verhältniss der Ausdunstung zur Absorption. . 491
§. 291. Beschaffenheit des Ausgedunsteten. . . . 492
§. 292. Wirkung des Bestreichens der Blätter mit Oel. 494
§. 293. Ausdunstung eine eingeschränkte Verdunstung. 495
§. 294. Antheil der Poren. 497
§. 295. Wasserbildung an der Oberfläche der Blätter. 499
§. 296. Oder in Anhängen und Schläuchen. . . . 501
§. 297. Ausdunstung der Pflanzen verglichen mit der der Thiere. 503
§. 298. Einsaugung der Blätter. 505
§. 299. Beweise für ihr Daseyn. 506
§ 300. Nur Dunst wird eingesogen. 508
§. 301. Ob Saftgewächse stark einsaugen. . . . 510
§. 302. Poren scheinen die Organe der Einsaugung der Blätter. 512

Digitized by Google

Drittes Capitel.

Luftförmige Aushauchung und Einsaugung der Blätter.

§. 303. Hales, Bonnet, Priestley. . . . 514
§. 304. Ingenhouss. 516
§. 305. Senebier, Woodhouse. 517
§. 306. Theod. de Saussure und die Neuern. . 519
§. 307. Respiration im Lichte unter kohlensaurem Wasser. 520
§. 308. In atmosphärischer Luft im Dunkeln. . . 522
§. 309. In kohlensäurehaltiger Luft im Sonnenlichte. . 523
§. 310. In eingeschlossener atmosphärischer Luft. . 524
§. 311. Respiration nicht grüner Pflanzentheile. . . 526
§. 312. Ursprung der Kohlensäure. 527
§. 313. Quelle des Sauerstoffgas. 529
§. 314. Aus dem Parenchym des Blattes. . . . 531
§. 315. Vergleichung mit dem Athmen der Thiere. . 532
§. 316. Antheil der Poren. 533
§. 317. Luftentbindung in Höhlen und Schläuchen der Blätter. 535

Viertes Capitel.

Einsaugung des Lichts durch die Blätter.

§. 318. Wendung der Oberseite zum Lichte. . . 537
§. 319. Licht wirket anziehend auf die Oberseite, nachtheilig auf die Unterseite. 538
§. 320. Nicht durch ungleiche Erwärmung oder Carbonisation. 540
§. 321. Gestaltung des oberen Parenchyms durch das Licht. 541
§. 322. Grüne Farbe der Blätter. 543
§. 323. Nur durch das Licht färben Blätter sich grün. 544
§. 324. Andere, als grüne Farbe der Blätter. . . 546
§. 325. Färbender Stoff der Blätter. 548
§. 326. Ohne Licht werden Blätter bleichsüchtig. . 549
§. 327. Gefleckte Blätter. 551
§. 328. Entstehung der Flecken. 553
§. 329. Entstehung der grünen Blattfarbe. . . . 554
§. 330. Inbegriff der Verrichtungen der Blätter. . . 555
Zusätze. 558
Erklärung der Abbildungen. 566

Digitized by Google

Erstes Buch.

Vom Leben der Gewächse überhaupt.

Erstes Capitel.

Von den lebenden Körpern.

§. 1.

Was Leben sey.

Wir nennen einen Körper lebend, an welchem wir Veränderungen wahrnehmen, die wir nicht aus allgemeinen Ursachen ableiten können, sondern einer besondern Thätigkeit in ihm, die wiederum gesetzmässig wirkt, zuschreiben müssen. So nennen wir die Bewegungen in einem Tropfen Wassers, das eine Zeitlang über thierischen oder vegetabilischen Substanzen gestanden ist, lebendiger Art: nicht aber bezeichnen wir so die in einem Tropfen Weingeist zu bemerkende, die wir mit Recht einer allgemeinen Wirkung der Verdunstung zuschreiben. So sagen wir von einem Baume: er habe Leben, wenn er neue Zweige und Blätter aus seinem von einer abgestorbenen Rinde umschlossenen Innern treibt. Hingegen nennen wir die Bewegung einer Uhr, die Bewegungen der Himmelskörper nicht Leben, insofern sie aus den allgemeinen Ursachen der Gravitation, der Elasticität, des Stosses vollkommen erklärbar sind. Ein lebender Körper ist daher ein Individuum im Gegensatze des Universum, eine centrale Thätigkeit im Gegensatze der, unter dem Symbol der Linie vorstellbaren, allgemeinen Naturkräfte. Einige lassen das Wesen des Lebens in Bewegung bestehen (F. B. Albinus de nat. hominis 59.): aber dieses ist zu allgemein ausgedrückt; auch ist solche Bewegung bey den Pflanzen

Digitized by Google

nur eine innerliche, deren Wirkung wir sehen, ohne sie selber gewahr zu werden. Richtiger setzen daher Andere das Wesen des Lebens in das Vermögen zu Veränderungen aus einem innern Principe (Kant metaphys. Anfangsgr. der Nat. Wissenschaft, 120); in die Gleichförmigkeit der Gegenwirkungen eines Körpers bei ungleichförmigen Einwirkungen der Aussenwelt auf ihn (G. R. Treviranus Biologie I. 61. Ges. u. Erschein. I. 18.): wobei jedoch zu bemerken, dass diese Gegenwirkung auf eigenthümliche Weise und nach andern Gesetzen, als in der unbelebten Natur, vor sich gehe (Mayer in Meckels Archiv f. d. Physiol. III. 94—104.).

§. 2.

Innerer Grund des Lebens.

Den andauernden inneren Grund von Erscheinungen, welche ihrer Natur nach vorübergehend sind, oder wie Reil sich ausdrückt (Arch. f. d. Physiol. I. 1. 45.), die Eigenschaften der Materie in ihrem Verhältnisse zu den Erscheinungen, nennen wir Kraft. Demzufolge haben Mehrere als inneren Grund der Lebenserscheinungen eine Lebenskraft angenommen. Dergleichen ist das Impetum faciens des Hippocrates, wovon Kauw-Boerhaave sagt: dass es Ursache und Wirkung des Lebens zugleich sey (Imp. fac. 107.). Die nemliche Kraft nennt C. F. Wolff vis essentialis, Albinus vis actuosa. So lange mit diesen Namen die unbekannte Ursache einer gewissen Erscheinung bezeichnet wird, kann diese Bezeichnung für den Gebrauch ihren Werth haben: allein betrachtet man sie, wie von Einigen geschehen, als ein Etwas, welches einer Materie zutreten oder sich von ihr trennen kann, bezweckt man, ausser dem Phänomen, als dessen unbekannter Grund sie angenommen ward, noch mehrere Erscheinungen durch sie zu erklären, so läuft man Gefahr, ein Blendwerk für etwas Wahres aufzustellen. Mit einem andern Ausdrucke wird von Reil (A. a. O. 11.) als die Ursache des Lebens eine gewisse Form und Mischung der Materie angegeben und Rudolphi (Grundr. d. Phys. I. 244.) tritt dieser Vorstellungsart bey, wenn er gleich zugiebt, dass sie sehr beschränkt, dass die Mischung uns zugleich verborgen

Digitized by Google

sey. Eigentlich jedoch wird bey dieser Hypothese die Ursache in eine Eigenthümlichkeit der Mischung gesetzt, indem sich wohl denken lässt, wie diese die Form, nicht aber wie eine Form die Mischung, bestimmen könne. Insofern nun von den Bekennern dieser Hypothese zugestanden wird, dass die Mischung uns gänzlich verborgen sey, hat diese Hypothese vor der, die eine Lebenskraft annimmt, nicht den mindesten Vorzug (Raspail nouv. Syst. de chim. org. 79*): sie hat aber zugleich das Fehlerhafte, dass hiebey davon ausgegangen wird, dass die Materie, welche Substrat für das Lebende ist, ein Gemischtes, ein Zusammengesetztes sey und dadurch Eigenschaften bekomme, welche sie in ihren Einzelnheiten nicht hatte. Allein diese der Chemie entlehnte Voraussetzung ist unzulässig und wird durch die vermeynte Zerlegung der lebensfähigen Materie nicht bewiesen. Denn da wir kein Mittel besitzen, bey dem Processe der Zerlegung, der immer von einer Zusammensetzung begleitet ist, zu erkennen, welches von den hervorgehenden Producten das Einfache, welches das Compositum sey: so wird immer nur eine Kette von zusammenhängenden Wirkungen, deren letztes Glied eine Voraussetzung ist, es seyn, woraus wir dieses schliessen. Immer sind daher die Elemente der Körper, wie die Chemie sie annimmt, etwas Hypothetisches; sie ändern sich in dem Maasse als die chemische Theorie sich umgestaltet und es hat daher der Ausspruch, dass dieser Körper zusammengesetzt, jener einfach sey, immer nur eine relative Gültigkeit.

§. 3.

Es ist eine Eigenschaft der Materie.

Kann also die Materie nicht durch ihre Mischung das Leben haben, so muss dieses ihr an und für sich einwohnen. Es giebt eine Substanz, wovon das Leben, wie Buffon sich ausdrückt (Allg. Hist. d. Nat. I. Th. II. 12.) eine physicalische Eigenschaft ist. Von ihr, als von einem Anfangspuncte müssen wir ausgehen, wenn wir nachforschen, wie sie einem belebten Organismus den Ursprung giebt (Dutrochet Ann. d. Sc. natur. XXIII. 460.). Tritt sie gleich mit andern Materien der unbelebten Natur in ein chemisches Verhältniss, in eine Wech-

Digitized by Google

selwirkung, woraus Trennungen und Verbindungen hervorgehen, die als neue Stoffe und Agentien dergestalt auftreten, dass ihr Ursprung sich durch nichts mehr verräth, so darf dieses uns als Physiologen nicht kümmern und wir verkennen die Gränzen und Befugnisse unserer Aufgabe, wenn wir uns darauf einlassen, die Kluft zwischen Belebtem und Unbelebtem hier ausfüllen zu wollen. Unsere Sorge darf es daher nicht seyn, wie dieses Verhältniss in der Theorie des Universum, welche zugleich die belebten und die unbelebten Körper umfasset, seine Stelle finde. Liegt es gleich in der Natur der Sache, dass der Chemiker, der Physiker vom Unbelebten ausgehen und das Belebte in den Kreis desselben hineinzuziehen suchen: dem Physiologen muss der entgegengesetzte Gang als der richtigere erscheinen. Wenn daher jene sagen: die Materie der Pflanzen ist dem grössern Theile nach Kohlenstoff, so wird der Physiolog sich vielleicht richtiger ausdrükken, wenn er sagt: die Elementarmaterie der Pflanzen bilde durch gewisse Bindungen, welche sie eingeht, den Kohlenstoff. Der Physiologe bleibt daher auf einem sichern Boden stehen und bewahrt sich vor Widersprüchen und Abwegen, wenn er über die Materie, welche der Bildung aller belebten Körper zum Grunde liegt, nicht hinausgeht und sie als das Element betrachtet, womit die Natur in Bildung der belebten Wesen und in Erweckung ihrer Lebenserscheinungen operirt.

§. 4.

Scheinbare Schwierigkeiten.

Es giebt also eine belebte Materie, eine Lebensmaterie, eine Substanz, welcher das Leben nicht zutritt, sondern mit welcher es ursprünglich und wesentlich verbunden ist. Dass es für uns so schwer hält, diese Verbindung zu denken, hat in zufälligen Umständen seinen Grund. Wir sehen die Lebensmaterie unter gewissen Umständen mit Stoffen der unbelebten Natur in Verbindung treten und das Leben scheint sie dabey so zu verlassen, dass wir eben so wenig wissen, was aus ihm geworden ist, als wir die Wärme und das Licht, nachdem sie aufgehört haben in einem Körper erregt zu werden, nicht weiter wahrnehmen. Allein hierauf ist bereits geant-

Digitized by Google

wortet worden. Das Leben kann in andere Formen übergehen, in denen wir es nicht mehr erkennen, wie das Licht, wenn es sich in Farben verkörpert: es kann aber auch die Formen, welche es verlassen hatte, wiederum annehmen. Eine besondere Schwierigkeit aber liegt darin, dass wir uns die Materie nur als etwas Todtes, Träges, Bewegungsloses zu denken gewohnt sind. Aber mit Unrecht. Diese Eigenschaft liegt nicht im Wesen der Materie (Glisson de nat. substant. energet. c. XVI. §. 2.), sondern ist nur aus der allgemeinen Physik in die Naturlehre der organischen Körper übertragen. Richtiger scheint daher vielmehr: die unbelebte und die belebte Materie sich als zwey nothwendige und entgegengesetzte Zustände des nemlichen Substrats vorzustellen und dem erstgenannten nur eine scheinbare Existenz, nemlich im Gegensatze des letzten, zuzugestehen. Denn wie will man den Zutritt des Lebens zu der Materie, die Vereinigung zweyer, wie es scheint, völlig unvereinbarer Dinge, begreiflich machen? Es scheint undenkbar, dass ein stets wirksames Princip der angeblich trägen und bewegungslosen Masse sich verbinden könne, wenn man nicht annimmt, dass dieser schon ein ihm verwandtes Princip beywohne, d. h. dass sie selber in sich den Grund des Lebens habe (Glisson l. c. c. XVIII. §. 13.). Eben so wenig zulässig ist, was ein Ungenannter (Silliman Amer. Journ. of Sc. XV. 54.) dieser Theorie vorgeworfen hat, nemlich dass sie zum Atheismus führe. Denn die Behauptung, welche dieser Ansicht zum Grunde liegt: dass das Leben von Gott der Materie bey jeder neuen Bildung wieder eingehaucht werde, dürfte vielmehr, consequent durchgeführt, zum Pantheismus leiten.

§. 5.

Es ist von ihr unzertrennlich.

Besitzet aber diese Materie das Leben an und für sich, so muss dieses an ihr unzerstörbar seyn. Es ist daher nur scheinbar, wenn sie oder das Leben unter gewissen Umständen zerstört wird, wenn sie erhärtet und zur Bewegung unfähig gemacht, wenn sie durch Fäulniss oder Feuer, dem Anscheine nach, vernichtet wird. Wie also die Zerstörung

Digitized by Google

irgend einer Materie nur ein Uebergang in andere Formen ist, so auch geht bey scheinbarer Vernichtung der belebten Materie das Leben nur in die neuen unkörperlichen Formen, womit jene sich bekleidet, mit über. So z. B. ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie sich, für unsere Sinne unzugänglich in der atmosphärischen Luft verbreitet befinde, da reines Wasser mit dieser in anhaltender Berührung gestanden, sich bald mit Lebensmaterie füllet: wodurch Haller (Elem. phys. VIII. P. II. 214.) und C. Bonnet (Corps organis. II. 213.), denen neuerlichst Dutrochet sich angeschlossen hat (Sur l'orig. d. moississures: Ann. d. Sc. nat. 2. Ser. I. 30.), veranlasst wurden, ein Herumschwimmen der Eyer von Infusorien, der Saamen von Schwämmen und Algen in der Atmosphäre, anzunehmen. Kann aber die Lebensmaterie sich scheinbar vermindern und selbst verschwinden durch Uebergang in Formen, welche wir nicht mehr als belebt betrachten: so kann sie andrerseits sich vermehren durch Ausdehnung oder durch Aneignung und Einverleibung gebundener organischer Substanz und so dürfte z. B. das Wachsthum der einfachsten thierischen und vegetabilischen Körper, die keine Organe zur Aufnahme der Nahrung von Aussen besitzen, zu erklären seyn. Wie dem aber auch sey und wie man sich einerseits die Vermehrung, andererseits die Verminderung und das scheinbare Verschwinden organischer Materie denken möge: unmöglich scheint, dass einerseits todte Materie in lebende, andererseits diese in jene, übergehe.

§. 6.

Gerinnbare Materie der organischen Körper.

Die Lebensmaterie ist nicht bloss zum Behuf einer Hypothese aufgestellt, sondern eine solche ist wirklich vorhanden. Es ist jenes halbflüssige Wesen, welches man durch Kochen, so wie durch die Fäulniss, d. h. durch freywillige Decomposition, aus allen belebtgewesenen Körpern erhält. Es mag daher diese Materie ursprünglich seyn oder dem Zusammenwirken gewisser Elemente ihr Daseyn verdanken: gewiss ist, dass diese Elemente niemals unmittelbar einen Organismus hervorbringen, sondern dass immer zuerst jene Materie sich

Digitized by Google

darstelle, die demnach für die Physiologie als elementarisch betrachtet werden muss. Sie ist dem Thierreiche und Pflanzenreiche gemeinschaftlich und lässt sich aus beyden darstellen, wiewohl schwerlich in reiner Gestalt, und ohne dass Spuren des Ursprungs zurückbleiben. Der Schleim im Pflanzenreiche, das Eyweiss im Thierreiche, die Gallerte in beyden, sind diejenigen sichtbaren Formen, in welchen diese Materie sich noch am reinsten zeigt: sie hat in diesen Formen weder Geschmack noch Geruch, sie ist völlig farbelos und durchsichtig und zeigt unter dem Microscope nicht die mindeste Zusammensetzung und innere Bildung. Vermöge ihres Gehalts an derselben dienen Pflanzenkörper den Thieren, so wie thierische Substanz den Pflanzen zur Nahrung und dieses ist um desto mehr der Fall, je leichter sie aus ihrem gebundenen Zustande frey werden kann, um zu dem Bildungsprocesse in einem andern Reiche verwandt zu werden. Es ist daher aller Grund vorhanden anzunehmen, dass diese Materie den beyden belebten Reichen gemeinschaftlich sey; auch zeigt eine und die nemliche Materie unter Umständen, von denen bald geredet werden soll, bald den Character und die Erscheinungen des vegetabilischen, bald die des animalischen Lebens. Ohne dass daher solche Materie zum Grunde liege, können belebte Körper nicht entstehen, ohne dass sie ihnen ohne Unterbrechung zugeführt werde, können sie nicht fortdauern: sie ist daher das Material der Zeugung, wie der Ernährung. Zu diesem Behufe hat sie zwey Eigenschaften, welche gleich dem Leben von ihrem Wesen unzertrennlich sind, nemlich Theilbarkeit bis ins Kleinste und Gerinnbarkeit. Die Natur der flüssigen wie der festen Körper widerstrebt der Theilung, aber die halbflüssige Gallerte gestattet eine solche schon bey der kleinsten Einwirkung. Die Gerinnbarkeit der belebten Materie, welche C. F. Wolff aus diesem Grunde als die solidescible bezeichnete, ist in ihrem Lebenspricipe selber und nicht in äusseren Einwirkungen begründet (J. Hunter v. Blute, übers. v. Hebenstreit, I. 91.). Die Gerinnung des Eyweisses, der Gallert im Blute u. s. w. wird weder durch Wärme, noch durch Kälte, noch durch die oxydirende oder austrocknende Einwirkung der Atmosphäre, sondern, bey ge-

Digitized by Google

höriger Ruhe von Aussen, allein durch ein inneres Princip bewirkt, welches mit keinem andern übereinkommt und seiner Natur nach uns unbekannt ist (Dutrochet Ann. d. Sc. nat. XXIII. 461.). Vermöge dieser Eigenschaft können die Theile nicht nur ihrer Form Dauer geben, sondern auch sich auf verschiedenerley Weise zusammenfügen und in dieser Verbindung mehr oder minder fest zusammenwachsen.

§. 7.

Sie besitzt das Leben in jedem Puncte.

Ist das Leben wesentlich und unauflöslich an seine Materie gebunden, so besitzet sie dasselbe in jedem kleinsten Puncte: ist es daher möglich, dass diese in eine Vielheit der kleinsten Theile zerfalle, so wird jeder derselben in gleichem Maasse Leben besitzen müssen (Needham nouv. Obs. 236. 241.). Ihre Natur als Gallerte macht diese Theilung leicht möglich; sie geschieht jederzeit, indem sie aus dem halbflüssigen in den festen Zustand übergeht und ist die erste Stufe, womit dieser Uebergang anhebt. Daher im Eyweiss, Schleim, der Gallerte, dem Blutwasser lassen solche Kügelchen sich in grosser Menge darstellen, wenn man allgemeine physicalische und chemische Reagentien auf sie einwirken lässt, welche diese Gerinnung einleiten (Milne-Edwards Ann. d. Sc. nat. IX. 392.). Geht folglich die Gerinnung der belebten Materie von selber unter Begünstigung äusserer Ruhe vor sich, so ist der Anfang derselben gleichfalls durch eine Bildung von Kügelchen bezeichnet, die sich bewegen vermöge des, einem jeden von ihnen einwohnenden Lebens. Diese Bewegungen erscheinen uns als freywillig, als thierisch, aber nur indem wir ihnen einen Zweck unterlegen, den wir doch nicht wahrnehmen. Sie haben vielmehr keine bestimmte Richtung, sie sind die ersten formlosen Erscheinungen und Regungen des Lebens in der ihm angehörenden Materie selber. So ist daher der Ursprung der bewegten Kügelchen zu erklären, welche sich in allen Aufgüssen thierischer und vegetabilischer Substanzen unter Begünstigung einer geeigneten Temperatur in unzählbarer Menge einfinden. Mit Recht will Buffon darin keine Willkühr anerkennen und demzufolge sie nicht mit den

Digitized by Google

Bewegungen der Thiere in Eine Klasse gestellt wissen (A. a. O. 127.). Wenn indessen derselbe die äussere Erscheinungsart der von ihm sogenannten organischen Materie in die Anwesenheit solcher Theilchen setzt, die er organische Theilchen nennt und von denen er glaubt, dass sie sich zusammenfügen, um einen belebten Organismus darzustellen und wieder in ihr vereinzeltes Seyn zurückkehren, nachdem das allgemeine Band, welches sie zusammenhielt, gelöset worden: so ist zu bemerken, dass diese Theilchen nicht mehr der ursprüngliche und elementarische Zustand der belebten Materie sind, sondern solche bezeichnen, wie sie bereits im Anfange eines neuen Bildungsprocesses begriffen ist. Damit nicht übereinstimmend will Prof. Mayer, da er die Lebensbewegungen im Safte von Vallisneria, Chara, Lemna u. s. w. beobachtet, diese nicht nur für Thiere, sondern auch ihre Bewegungen für sehr zweckmässig und sinnvoll erkennen. Er nennt daher die bewegten Körper Lebenskügelchen (Biosphären) und Elementarthiere (Stichiozoen), so dass, wenn dieses Element eine Pflanze bildet, solche, nach seinem Ausdrucke, nichts Anderes ist, als ein Thier, eine Hülle für Myriaden von Thieren (Suppl. z. Lehre v. Kreislaufe 51.).

§. 8.

Zwey entgegengesetzte Thätigkeiten im Leben.

Ist das Leben seinem Wesen nach eine Thätigkeit, so wird diese einer zusammengesetzten Art seyn und seine entgegengesetzten Principien sind, ähnlich den ausdehnenden und zusammenziehenden Kräften der Materie, einerseits ein Unbestimmtes, Richtungsloses, andererseits ein Beschränkendes, Bestimmendes (Needh. l. c. 221.). Jenes ist ursprünglich und unzerstörbar, wie die belebte Materie selber, gelangt aber nur unter besondern Umständen zu unserer Wahrnehmung. Dieses kann mitgetheilt werden auf eine für uns unbegreifliche Weise, es beschränkt das Leben auf eine Dauer und einen Ort und macht es einer Vielheit von Bestimmungen der Quantität und Qualität nach fähig. Vermöge desselben haben ein anderes Leben die Pflanzen, ein anderes die Thiere, während das ursprüngliche unzerstörbare Leben weder das eine noch

Digitized by Google

das andere ist (Glisson l. c. praef. §. 9.). Seine Wirkung ist die bestimmte Dauer jedes besondern Lebens und das Vorübergehende in seinen Erscheinungen. Selbst wo an der Materie ursprüngliches Leben zum Vorschein kommt, haben die unbestimmten Bewegungen der belebten Moleculen ein gewisses Maass ihrer Dauer. Wenn nemlich äussere Verhältnisse die Fortsetzung des angefangenen Bildungsactes nicht begünstigen, kehrt die belebte Materie sehr bald in ihren ursprünglichen bildungslosen Zustand zurück. Sind aber jene von angemessener Art, so erhält das Leben eine Begränzung, eine Form seiner Aeusserungen, indem die bewegten Körper genöthigt werden, sich zu fixiren, sich auszudehnen, durch die Art ihrer Zusammenfügung und ihrer Ausdehnung bestimmte Formen zu bilden und so ihr vereinzeltes Leben dem Gesammtleben eines Ganzen unterzuordnen. Wenn man siehet, wie ein sehr einfaches Gewächs, eine Confervenart in Kügelchen zerfällt, die sich richtungslos im Wasser bewegen, wie diese dann in eine bestimmte Form sich zusammensetzen und darin sich ausdehnen mit Verlust aller äusseren Bewegung (Verm. Schriften von G. R. u. L. C. T. II. 79.): so kann man nicht umhin, jene Bewegung und diese Gestaltung Einem und dem nemlichen Principe zuzuschreiben, welches im ersten Falle richtungslos und vereinzelt, im zweyten Falle nach einem bestimmten Modelle wirkt und die Thätigkeit des Einzelnen dem Ganzen unterordnet. Diese Bestimmungen aber müssen im ersten Falle dem Principe anhängen können auf eine für uns nicht erkennbare Weise, es muss einen Zustand der belebten Materie geben, wo die Form nur innerlich, wie Bufon sich ausdrückt, derselben beywohnt. Denn ohne eine solche ist die Ernährung, die Zeugung, überhaupt die Bildung organischer Körper nicht vorstellbar, wenn sie auch dadurch nicht begreiflich wird: indem dieser Vorgang immer einen früheren flüssigen Zustand der Materie voraussetzt, in welchem die Form oder Bestimmung ihr schon beygesellt war, ohne äusserlich ausgeprägt zu seyn. Solche Bestimmungen können ihr mitgetheilt werden entweder von dem belebten Körper, aus dessen Lebenssphäre sie ausgetreten, oder von den allgemeinen Naturkräften, deren Zusammentritt ihre Wirksamkeit

Digitized by Google

bedingt: in beyden Fällen enthalten gedachte Bestimmungen die Elemente nur der bestehenden Formen der organischen Körperwelt. Es müssen aber auch diese Bestimmungen das ursprüngliche Leben nach einer gewissen Zeit wieder verlassen, dann tritt der allgemeine Tod ein, der demnach kein Aufhören des Lebens überhaupt, sondern nur einer bestimmten Art des Lebens, wenigstens für unsere Wahrnehmung ist. Durch ihn geht daher das Leben der Infusorien wieder an, welchem unter geeigneten Umständen ein neuer Act bestimmten Lebens folgen kann (Needh. l. c. 177.).

§. 9.

Organisation, Wachsthum, Saftbewegung.

Die Erfahrungen, auf denen die bisherige Ansicht beruhet, sind in den Werken von Needham, Buffon, Wrisberg, meinem Bruder und Andern enthalten; ich habe deren auch einige beschrieben und Keinem wird es an solchen fehlen, der den ersten Anfängen des Lebens der einfachsten Thier- und Pflanzenkörper im Wasser fleissig nachforschet. Eine gerinnbare Materie, mit Leben von zwiefacher Richtung der Thätigkeit unzertrennlich begabt, ist es allein, womit die Natur in Bildung belebter Körper operirt, wodurch sie ihnen eine Organisation von wunderbarer Mannigfaltigkeit giebt. Die belebten Elementarkörper, worin sie zerfällt, nehmen eine bestimmte Form an einerseits durch Ausdehnung, andrerseits durch die Gerinnbarkeit ihrer Materie: sie gestalten sich dadurch in Elementarorgane. Diese fügen sich nach einem bestimmten Modelle zusammen, indem sie in ihrer Ausdehnung fortfahren, welcher nur die Gerinnung der Materie, so wie ihr gegenseitiger Druck, endlich ein Ziel setzet. Doch ist diese Zusammensetzung nicht in dem Sinne zu nehmen, wie von Agardh (De metamorph. alg. 17.), Hornschuch (N. A. N. Cur. X.) und Andern geschehen: als wären die zusammengesetzten Organismen aus einfacheren componirt, z. B. Zellgewebe, Stengel, Blätter aus Conferven. Denn wiewohl in jenen man Theile unterscheiden und selbst absondern kann, welche diesen ganz ähnlich sind, muss man doch diese, wenn auch als einfache, doch als selbstständige Organismen betrach-

Digitized by Google

ten. Es entsteht demnach eine Organisation als Wirkung des Lebens, welches sich selber dadurch begränzet. Sie gestaltet sich jedoch nur nach und nach, in einer desto länger ausgedehnten Folge von einzelnen Bildungen, je zusammengesetzter die hervorzubringende Form ist. Während daher einige Lebensmaterie bereits geronnen, befindet sich andere noch in flüssigem Zustande: darauf gründet sich im Belebten der Unterschied von festen und flüssigen Theilen, von Ruhendem und Beweglichem. Von diesen hat weder die eine, noch die andere Klasse ausschliesslich das Leben des Ganzen, dasselbe liegt vielmehr zwischen beyden und in ihrem Ineinanderwirken. Flüssiges ist an und für sich belebt, durch die Gerinnung als Organismus gelangt es zu einer besondern Art des Lebens. Dieses Festwerden geschieht jederzeit nach gewissen Richtungen: während daher einige Theile sich strecken, bleiben andere zurück und dienen insofern jenen zu einer Grundlage. Mit andern Worten: wo die Form in der Ausbildung begriffen ist, erscheinen einige Theile als die wachsenden, andere als die ruhenden, bereits gebildeten. Das Wachsthum geht hiebei durch ein fortgesetztes Gerinnen der flüssigen belebten Materie vor sich und so wird diese den wachsenden Theilen von denen, so bereits gebildet sind, zugeführt, um sie zu ernähren. Die flüssigen Theile haben also eine bestimmte Bewegung, es entsteht in den festen der Gegensatz von ernährenden und ernährten. Dieses Wachsthum zur Ausbildung einer gewissen Form, diese Selbstbewegung in einer gewissen Richtung, diese Ernährung einiger Theile durch die andern, deren Zusammenwirken dabey als ein Zweckmässiges, als eine Subordination erscheint, sind folglich nothwendige Wirkungen des Lebens der Materie, welches die Bestimmung zu einer gewissen Form in sich aufgenommen hat und Leben, Organisation, Wachsthum, Saftbewegung sind nicht zu trennende Begriffe.

§. 10.

Unterschiede des Belebten und Unbelebten.

In der bisher entwickelten Bildungsart der belebten Körper ist der Unterschied derselben begründet von den unbe-

Digitized by Google

lebten, unorganischen. Zwischen beyden ist eine Kluft, die jeden Gedanken von einem Uebergange ausschliesst. Es ist wahr, jene bleiben als Bestandtheile der Körperwelt überhaupt immer auch den allgemeinen Gesetzen derselben unterworfen und es ist von manchen Erscheinungen z. B. der Wärmeentwicklung, dem Absteigen der Wurzel beym Keimen der Pflanzensaamen, vielleicht nicht mehr Grund vorhanden zu sagen, dass sie Wirkungen des Lebens, als dass sie Folgen von allgemeinen Naturkräften sind: allein die Ursache des Zweifels liegt hier offenbar nicht in der Sache, sondern in der Unvollkommenheit unserer Kenntniss davon. Im Reiche des Unorganischen dagegen treffen wir die gerinnbare belebte Materie nicht an, oder wo es geschiehet, ist es nur in Ueberbleibseln organischer Körper. Alle Bewegung ist hier nur eine von aussen mitgetheilte durch Wärme, Schwere, Stoss, Magnetismus, Electricität, durch lebende Körper selber. Flüssiges verwandelt sich hier in Festes durch blosse chemische Veränderungen, durch Zu- oder Abgang von Wärme oder Wasser, durch Polarität, nicht aber durch ein inneres, von der innerlichen Form verschiedenes Princip. Hier ist kein nothwendiger Gegensatz des Flüssigen und des Festen, des Ernährenden und des Ernährten: hier findet kein Wachsthum durch ungleichartige Ausdehnung statt. Hier stellt sich durch das Festwerden kein Ganzes dar, dessen Bestehen an das Bestehen und Auswickeln der einzelnen Theile gebunden wäre und wenn daher von Einigen im unorganischen Reiche eine Structur wahrgenommen worden, so mit dem Bau und der Zusammensetzung der Elementartheile, wie sie nur in belebten Körpern vorkommt, übereinstimmt: so fehlt hier dennoch, nach Rudolphi's Bemerkung (A. a. O. I. 230.) die allgemeine Zweckmässigkeit der Bildung im Ganzen, wie im Kleinsten, welche den Character des belebten Organischen ausmacht. Ueberhaupt aber ist die Materie des Minerals nicht, wie die belebte Materie, aller Formen, welche die Natur hat, fähig, sondern seine Form ist durch seine Materie genau bestimmt und diese Form ist, wenn sie von allen störenden Einflüssen frey sich darstellet, durch geradlinigte Oberflächen, welche sich unter Winkeln verbinden, begränzt, nicht durch

Digitized by Google

krumme und gerundete, in denen sich das von Innen heraus gestaltende Lebensprincip der organischen Körper zeigt. Auch wird hier nicht, wie im belebten Reiche, die Bestimmung zu einer neuen Form der bildungsfähigen Materie durch ein bereits Gebildetes, durch einen zeugenden Organismus ertheilt: sondern umgekehrt bestimmt die Materie hier allein die Form, ohne dass diese auf jene zurückwirke. Endlich auch gehen hier keine Veränderungen, keine Umwandlungen in der Art des Seyns, im Ganzen wie im Einzelnen betrachtet, durch innere Ursachen vor sich, sondern bloss durch äussere. Im Reiche des Unbelebten ist daher ein System nie ruhender Bewegung entfaltet, die Mineralien sind mannigfaltiger, immer wiederkehrender, Formen fähig: aber sie leben, sie wachsen, sie ernähren sich nicht, sie zeugen nicht, sie sind keines Todes fähig, diese Eigenschaften sind das ausschliessliche Eigenthum der organischen Körper.

Zweytes Capitel.

Vom Unterschiede der Pflanzen und der Thiere.

§. 11.

In der Materie und den Elementartheilen.

Das belebte Reich geht wiederum in zwey Hauptformen aus einander, Pflanzen und Thiere. Es kömmt darauf an, den Unterschied derselben in einen solchen Gegensatz aufzulösen, der auf alle Formen und Zustände des beyderseitigen Lebens passet, ausserhalb dessen die übrigen Gegensätze der Thier- und Pflanzennatur nicht würden bestehen können und mit dessen Aufhören sie selber verschwinden müssen. Einige haben denselben in der Materie, so wie in den Elementarformen der lebenden Körper finden wollen. C. Sprengel findet den Umstand sehr bedeutungsvoll, dass in der Mischung des Pflanzenstoffes das Oxygen vorherrschend, in thierischen Körpern hingegen das Azot und das Hydrogen die hervortretenden Stoffe sind (Linn. Phil. bot. ed. IV. 3.). Etwas anders äussert er sich später in der Art: dass in der thierischen

Digitized by Google

Grundmischung der Stickstoff vorherrsche, die Pflanze dagegen oxydirte, carbonisirte und hydrogenirte Stoffe in grösserer Menge erzeuge (V. Bau u. d. Natur d. Gewächse 51.). Da aber die letztgenannten drey Elemente auch in die thierische Mischung eingehen, so würden bey den Thieren grösstentheils vierfache, bey den Pflanzen meistens nur dreyfache Verbindungen der Grundstoffe Statt finden (Tiedemann Physiol. des M. I. §. 84.). Aber nur unbelebte Materie ist eines chemischen Verhaltens fähig. An todten organischen Theilen zeigt daher allerdings der verschiedene Geruch beym Verbrennen oder bey der Fäulniss, wo es auf keine grosse Genauigkeit ankommt, ziemlich an, ob der Körper dem Thierreiche oder dem Pflanzenreiche angehört hatte. Aber darf dieses auf belebte Körper übertragen werden, wenn es darauf ankommt, dadurch alle Verschiedenheit ihrer Erscheinungen zu erklären? Ist dieser Ausdruck des Gegensatzes nicht etwas sehr Streitiges, insofern er auf der Hypothese eines Stickstoffes, Sauerstoffes u. s. w. beruhet? Rudolphi dagegen (Anatomie d. Pflanzen 26.) findet den Unterschied in einer Verschiedenheit des innern Baues, sofern die Grundmasse, welche sämmtliche Organe umhüllet und verbindet, und die auch von einem Theile derselben die Grundlage hergiebt, bey den Thieren ein bildungsloser Schleimstoff ist, bei den Pflanzen hingegen ein, durch starre Zwischenwände in Höhlen von regelmässigen Formen getheiltes Zellgewebe. Allein er selber erinnert, dass die Pilze ein wahres Schleimgewebe haben und will sie aus diesem Grunde nicht für Gewächse anerkennen: das Nemliche ist aber von den Tangen zu sagen und selbst von den Flechten, deren Gewächsnatur doch Jeder ohne Widerrede gelten lässt. Andererseits frägt sich: ob nicht bey den Thieren, zumal den einfacheren, eine Annäherung im Bau an die Zellenform der Gewächse Statt finde (Link krit. Bemerk. zu C. Sprengel v. Bau d. Gewächse 13.).

§. 12.

In der Ernährungsart und im Wachsthum.

Andere haben, mit mehr Berücksichtigung der Lebensthätigkeit, den Unterschied in den Verrichtungen gesucht und zwar

Digitized by Google

in der verschiedenen Ernährungsart und im Wachsthume. I. E. Smith (Introd. to botany. 2. Ed. 5.) findet den Gedanken Mirbels, dass Pflanzen von unorganischer, Thiere aber von bereits organisirter und belebter Materie sich ernähren, und dass demzufolge es als das Geschäft des Pflanzenlebens erscheine, todte Materie in lebende Organismen zu verwandeln, die wiederum Thieren zur Nahrung dienen müssen, so umfassend und wahr, dass er sich vergebens bemühte, eine Ausnahme davon aufzufinden. Aber auch dagegen hat Sprengel sehr gegründete Einwürfe gemacht (Phil. bot. ed. IV. 2. Vom Bau 58 — 60.), denn in der That lässt sich keinesweges behaupten, dass die Pflanzen, obwohl ihre einsaugenden Werkzeuge für die Nahrung im Erdboden, in einer unorganischen Materie haften, auch von derselben sich ernähren: vielmehr lässt das Gegentheil sich darthun, denn immer enthält die Dammerde mehr oder weniger an organischer Materie in sich, welche die Gewächse ihr entziehen, wiewohl, nach einer Bemerkung von Leop. Gmelin (Zeitschr. f. Physiol. III. 187.) im Verhältniss gegen die Thiere, in sehr geringer Menge. Alston (Tiroc. bot. Edinb. 1753. 5., den Link Phil. bot. 38. Aiton nennt, indem er ihm eine ganz andere Meynung beylegt) meynt: die Oeffnungen, wodurch die Nahrung aufgenommen wird, seyen bey Thieren an der inneren, bey den Pflanzen an der äusseren Oberfläche befindlich und die Pflanze könne deshalb ein umgekehrtes Thier genannt werden. Darin liegt unstreitig viel Treffendes, jedoch findet es nur auf die zusammengesetzteren Thiere und Pflanzen Anwendung. Blumenbach (Handb. d. N. G. 5. Aufl. 4. 5. 28.) legt für das Unterscheidende der Thiere einen besondern Werth auf das Vermögen derselben, ihre vielfältige Nahrung mittelst einer meistens einfachen Oeffnung am oberen oder vorderen Ende ihres Körpers durch willkührliche Assumtion zu erlangen, während die Pflanzen ihren einfachen Nahrungssaft durch zahlreiche Zasern am unteren Ende ihres Körpers ohne merkliche Willkühr in sich aufnehmen. Aber den meisten Infusorien, einigen Zoophyten und Eingeweidewürmern fehlt eine Mundöffnung und wahrscheinlich saugen sie die Nahrungsflüssigkeit durch die ganze Oberfläche ein. Vier Saugemündungen finden

Digitized by Google

sich bey den Bandwürmern und mehrere Mundöffnungen haben verschiedene Medusen (Tiedemann a. a. O. §. 170.). Andererseits ernähren sich auch die einfachsten Gewächse ohne Wurzeln durch die Oberfläche. Agardh (Ess. de reduire la physiol. véget. à d. princip. fondament. 4.) hält das Wachsthum ohne Gränzen durch stete Hervorbringung neuer Theile, so bis zum Tode fortgeht, für das Auszeichnende der Pflanzen: da Thiere von der Geburt an eine bestimmte Form haben, die nur ausgebildet wird, ohne dass neue Theile entstehen. Allein wenn die Pflanze vielmehr ein organisches Aggregat vieler Pflanzen ist, in deren Bildung eine gewisse Form sich immer wiederholt, so stehen selbst diese Wiederholungen unter einem bestimmten Gesetze; auch lässt sich von den Thieren nicht behaupten, dass keine Theile bey ihnen entstehen, die nicht bey der Geburt schon vorhanden gewesen. Beym Bandwurme, den Fischen und Wasserschlangen scheint das Wachsthum eben so bis zum Tode fortzugehen, wie bey den Bäumen.

§. 13.

In den Lebens- und Geschlechtsverrichtungen.

Andere haben in den vitalen Functionen, noch Andere in den Geschlechtsverrichtungen den Unterschied gesucht. F. W. J. Schelling äussert (Von d. Weltseele 212.): durch das thierische Leben werde im Athmen die Sauerstoffluft zersetzt und Wasser erzeugt: da hingegen durch das Pflanzenleben das Wasser zersetzt und Sauerstoffluft ausgeathmet werde. In ähnlicher Art sagt Tiedemann (Physiol. d. M. I. §. 242.): Mit dem Athmen der Gewächse sey Entsäurung, mit dem der Thiere Entkohlung verbunden, überhaupt aber (L. c. §. 95.) sey bey Pflanzen ein fortdauernder Entsäurungsprocess, bey Thieren ein stetiger Säurungsprocess im Gange. Allein im Schatten und in der Dunkelheit athmen die Pflanzen so gut Kohlensäure aus, als unter andern Verhältnissen Sauerstoffgas: ja es dürften die Umstände, unter denen ein grosser Theil von ihnen lebt, der Erzeugung des ersten günstiger seyn, in der Art, dass überhaupt bezweifelt werden kann, ob eine Ausathmung von Sauerstoffluft hier zum Leben vonnöthen sey. Gleditsch hat die Bemerkung gemacht (De quibusdam differentiis

Digitized by Google

sexus in animalibus et vegetabilibus etc. N. A. N. Cur. VI. 93.), dass die Thiere ihre Zeugungsglieder, welche sie von der Geburt an mitbringen, immer behalten und das Zeugungsgeschäft mehrmals damit verrichten können: wo hingegen die Pflanzen mit denselben das Befruchtungsgeschäft nur einmal ausüben, und jährlich zu jeder neuen Befruchtung auch neue solche Theile treiben müssen. Hedwig hat später, ohne Gleditschen's zu erwähnen, diesen Gegensatz neuerdings (Lpz. Magaz. d. Naturk. 1784. wieder abgedr. in Dessen zerstreut. Abhdl. I. 152.) als das unterscheidende Merkmal der beyden Reiche noch weiter geltend zu machen versucht, und Willdenow (Grundr. d. Kräuterkunde §. 3.) diese Bestimmung angenommen. Indessen hat Schrank Einwendungen dagegen gemacht (Magaz. f. d. Bot. IV. 68.), z. B. dass der Griffel bey vielen Pflanzen nach beendigter Befruchtung nicht abgeworfen werde; welche Einwürfe Hedwig wiederum (Zerstr. Abhandl. I. 156.) zu entkräften sich bemüht hat. Mit mehr Grund hat Sprengel eingewandt (Vom Bau 62.), dass vielen Pflanzen und Thieren der niedrigsten Ordnungen die Zeugungstheile fehlen, woraus allerdings die beschränkte Anwendungsart dieses Merkmals erhellet. Bey den Thieren ist die Zeugungsfunction den animalischen Verrichtungen untergeordnet, bey den Pflanzen ist sie die höchste Lebensverrichtung selber.

§. 14.

In den thierischen Verrichtungen.

In dem Verhältnisse beyder Reiche zu den sogenannten thierischen Verrichtungen hat schon Aristoteles ihr Unterscheidendes erkannt. Pflanzen, sagt er, wachsen und leben; Thiere aber wachsen, leben und empfinden. Ungefähr eben so drückt Cäsalpin sich aus (De plantis I. 1. im Anfange). Von der Empfindung aber ist die willkührliche Bewegung unzertrennlich, wenigstens ohne sie kein Gegenstand unserer Wahrnehmung, und so würde durch die Abwesenheit derselben das Pflanzenreich, durch ihre Anwesenheit das der Thiere bezeichnet seyn. Dieses Merkmal befriediget nicht nur den Verstand mehr als die vorerwähnten, indem diese in dasselbe

Digitized by Google

sich am Ende auflösen, sondern es hat auch in der Anwendung eine grössere Brauchbarkeit als sie, indem wir im gemeinen Leben darnach was Thier was Pflanze sey, zu bestimmen gewohnt sind. Dagegen erinnert Agardh (A. a. O. 3.): es sey ein bloss negatives, welches die Natur der Pflanzen nicht positiv ausdrücke: allein diese Natur ergiebt sich hinwiederum aus Vergleichung der Gewächse mit den Mineralien und mit der unorganischen Natur überhaupt auf eine positive Weise. Andere bestreiten die Abwesenheit der Empfindung bey den Gewächsen. Percival (Transact. Soc. of Manchest.) hält das Vermögen der Pflanzen, ihre Wurzeln gegen den Ort, wo sie die angemessenste Nahrung finden, ihre Blätter und Stamm gegen das Licht zu verlängern, für einen Act des Willens, der nicht ohne Empfindung könne gedacht werden: allein R. Townson (Linn. Transact. II. 267.) will jene Bewegungen mit Recht als blosse Wirkungen der Einsaugung, womit eine wechselseitige Anziehung verbunden, betrachtet wissen. Auch I. E. Smith (A. a. O. 4.) glaubt, dass den Pflanzen Empfindung und was davon die Folge sey, ein gewisser Grad von Glückseligkeit, nicht abgesprochen werden könne, insofern sie auf einen Reiz Bewegungen, z. B. in ihren Blättern und Staubfäden ausüben. Aber diese Bewegungen sind ohne sichtlichen Zweck und erfolgen auch z. B. als Schlaf, bey dem gewöhnlichen Gange der Vegetation, sie geben folglich von Empfindung und Willkühr kein Zeugniss. Wenn andererseits G. Vrolik (de virib. vitalibus in omni corp. org. observandis 14.) den Pflanzen sowohl als Thieren, das Vermögen zu empfinden beylegt, dergleichen auch J. Hedwig (de fibr. veg. et anim. ortu 6.) und Ludwig ihnen zuzueignen geneigt sind und wenn X. Bichat (Rech. physiol. s. l. vie et la mort 107.) auch den Pflanzen eine organische Sensibilität zueignet, wobey zwar der Eindruck, aber keine Fortpflanzung desselben zu einem gemeinsamen Centrum, so wie keine Rückwirkung von dort, Statt finden soll: so versteht man unter solchem Empfindungsvermögen die Empfänglichkeit für Reize überhaupt, die auch den Pflanzen nicht abgesprochen werden kann und vom Leben überhaupt nicht verschieden ist. Es giebt daher auch Linné jenes Merkmal an als unterschei-

Digitized by Google

dend für Thiere und Gewächse, und unter den Neuern stimmen damit Decandolle und A. Richard überein. Indessen darf man demselben nicht einen zu beschränkten Ausdruck geben, wie z. B. C. G. Ludwig gethan, indem er (Inst. regn. veg. ed. II. §. 7.) das Vermögen, den Ort durch besondere Bewegungsorgane zu verändern, für das am meisten Unterscheidende der Thiere hält, ohne jedoch zu läugnen, dass dieses Merkmal nicht vollkommen beyde Reiche begränze (L. c. §. 13.). Hedwig konnte daher Manches dagegen einwenden, wie, dass es Pflanzen gebe, die ihren Ort verändern, z. B. die kriechenden, die parasitischen, die auf dem Wasser schwimmenden; Thiere, die ihn nicht verändern, z. B. die Meereicheln (Lepas), Lernäen, Austern u. s. w.

§. 15.

Eigenmächtige Bewegungen bey Wasseralgen.

Aber auch hier scheint ein Uebergang aus dem einen Reiche in das andere zu bestehen, wenn gleich minder ausgezeichnet, als in der Mischung, dem Bau, dem Athmungsprocesse, der Zeugungsfunction beyder Reiche. Die Sache ist die: dass die grüne Materie, welche bey den Wasseralgen einen Bestandtheil von ihrem Organismus ausmacht, unter Umständen sich in der Form von Infusorien, unter andern wieder in ihrem ursprünglichen gebundenen Zustande darstellt. Die ersten Beobachtungen davon scheinen Ingenhouss anzugehören, welcher (Verm. Schr. II. 1784. 3. Abh. 9. Abschn. Vers. an Pflanzen III. 1790. 3. 4. Abschn.) die Kügelchen, so nebst einer Gallerte das Innere von Conferva rivularis und Tremella Nostoc erfüllten, nachdem sie ausgetreten, im Wasser sich eigenmächtig bewegen und dann wieder einen Wasserfaden, eine Tremelle bilden sah. Es werden daher (Ann. d. Sc. nat. XIII. 429.) mit Unrecht solche einem neuern Schriftsteller zugeschrieben, der weder eine bestimmte Alge nennt, woraus die bewegten Körper hervorgegangen, noch eine solche, worin sie durch Fixirung sich wieder verwandelt (C. G. Nees von Esenbeck die Algen des süssen Wassers etc. Bamb. 1814. 4 — 11.). Nach Ingenhouss hat auch Girod-Chantrans ähnliche Beobachtungen gemacht, die

Digitized by Google

jedoch, was die Genauigkeit und Zuverlässigkeit betrifft, Manches zu wünschen übrig lassen (Rech. chim. et microsc. s. l. Conferves etc. Paris 1802.). Die neuere Zeit ist reicher an Beobachtungen dieser Art. Mertens hat dergleichen an Conferva compacta R. und C. mutabilis R. gemacht (A. L. Z. 1805. 76. Web. und Mohr Beyträge zur Naturkunde I. 1805. 348.), wo, ohne andere Einwirkung, als Ruhe und Veränderung des Wassers, vielleicht auch der Temperatur, die Kügelchen aus den gegliederten Schläuchen entwichen, gleich Infusorien sich bewegten, dann am Boden oder Rande des Gefässes sich fixirten und endlich ein neues Gewächs der vorigen Art bildeten. Ich habe die Freude gehabt, diese Erfahrungen an den nemlichen Wasserpflanzen wiederholen und vorurtheilsfreyen Beobachtern zeigen zu können, mit Nebenumständen, wovon in jenem kurzen Berichte keine Erwähnung geschehen (Beytr. z. Pflanzenphys. 79. Verm. Schriften II. 79.). In einer ununterbrochenen Folge von Veränderungen stellten die nemlichen Theilchen belebter Materie, welche im Wasserfaden organische Bestandtheile desselben ausmachten, durch blossen Austritt aus dieser Verbindung sich dar als bewegte Körper, welche nach einiger Zeit durch neue Fixirung, Zusammensetzung und Verlängerung in ihren vorigen Zustand zurückkehrten. Diesen ähnliche Beobachtungen erzählen Agardh (de Metamorph. Alg. 4-8.), Gaillon (Mem. étrang. de l'Acad. d. Sc. 1823. Ann. d. Sc. nat. 2. Ser. Bot. I. 45.), Desmaziéres (Ann. d. Sc. nat. X. 42. XIV. 206.) und Andere auch von Ulven und andern Wasseralgen, wiewohl in mehreren derselben Anfang, Mitte, oder Ende des Uebergangs nicht beobachtet ward. Etwas verschieden ist, was zuerst Trentepohl an der Conferva dichotoma L. bemerkte (Roth botan. Bemerk. 1807. 185.). Aus den angeschwollenen Spitzen der Fäden machte sich durch eine Oeffnung des Schlauches langsam und mit scheinbarer Willkühr ein Klumpen grüner Materie los, schwamm als anscheinendes Thier eine Zeitlang umher und fixirte sich unter Bildung von einem oder etlichen Fortsätzen, die bey weiterer Verlängerung sich ganz als die Mutterpflanze erwiesen. Ich besitze von

Digitized by Google

Trentepohls Hand Exemplare auf Glas ausgebreitet, woran die Anschwellung der Fäden, in denen der grüne Körper sich bilden will, deutlich sichtbar sind. Auch ist diese Beobachtung von Franz Unger wiederholt worden (N. A. N. Cur. XIII. 793.), desgleichen von Friedr. Wimmer (Uebers. d. Arb. d. Schles. Ges. f. 1833. 73.) und immer waren die Erscheinungen, im Ganzen genommen, die nemlichen.

§. 16.

Uebergänge aus dem Pflanzenreiche ins Thierreich.

Es giebt also an der Gränze beyder Reiche Erscheinungen, wo eine und die nemliche organische Materie bald als Infusorium dem Thierreiche, bald als bewegungsloser, aber wachsender, grüner Elementartheil dem Pflanzenreiche näher angehörte. Was Bonnet und Spallanzani gegen die Entstehung der Infusorien nach der Vorstellung von Buffon und Needham eingewandt, lässt sich auch gegen das abwechselnde Beweglich- und Unbeweglichwerden von Algenkörnern sagen, nemlich man habe dabey Thiere, so in der Flüssigkeit präexistirten oder sich darin durch hineingefallene Keime erzeugten, mit ähnlich gebildeten vegetabilischen Theilchen verwechselt. So daher drückt ungefähr Link sich aus (A. a. O. 8.), indem er die Beobachtungen, worauf die ausgesprochene Ansicht sich gründet, für Täuschungen erklärt, daher entstanden, weil das Auge an ein scharfes Unterscheiden der Arten nicht gewöhnt war. Allein dieses würde doch eine zu sehr übereinstimmende Ungeschicklichkeit der Beobachter verrathen. Viel eher ist zu glauben, dass dem Urtheile Mangel an Bekanntschaft mit dem Phänomen selber, welche sich doch Jedermann leicht verschaffen kann, zum Grunde liege. Das Nemliche lässt sich sagen, wenn auch Lyngbye (Hydrophyt. Dan. 81.) und A. Richard (Nouv. El. de Bot. 5. ed. 3.) sich verneinend darüber aussprechen, so wie wenn Raspail äussert (Nouv. Syst. de Chim. org. 94* 276.): es beruhe jene Ansicht nicht auf sichern Erfahrungen, sondern habe meistens in den Träumereyen eines dafür eingenommenen Geistes ihren Grund. Schon Needham appellirt in einem ähnlichen Falle (Nouv. obs. micr. 177.), wo die Sache Personen unglaublich vor-

Digitized by Google

kommen werde, an das Zeugniss ihrer eigenen Augen: jedoch klagt Ingenhouss (Vers. m. Pflanz. III. 38.), dass einige Physiker von der Unmöglichkeit der Sache so überzeugt gewesen, dass sie sich nicht einmal die Mühe nehmen wollen, solche zu untersuchen. In solchen Fällen bleibt nichts übrig, als dem Machtspruche einen Machtspruch entgegen zu setzen. Sind daher gleich die Theile, worin die Pflanzenmaterie sich freywillig sondern kann, nicht darum Thiere zu nennen, weil sie vermöge des von ihnen unzertrennlichen Lebens sich bewegen, indem diese Bewegung ohne Zweck und bestimmte Richtung ist: so giebt es doch einen vorübergehenden Zustand der organischen Materie, wo der Unterschied zwischen Thier und Pflanze, sofern er sich auf die Bewegung gründet, sichtbarlich aufgehoben ist. Auch Alex. von Humboldt schreibt Pflanzen und Thieren nur eine relative Entgegensetzung zu, insofern die trennenden Merkmale von den äussersten Enden hergenommen sind (Fl. Friberg. 151.). Man kann demnach nicht umhin, einen Uebergang aus dem einen Reiche in das andere in den einfachsten Organismen anzunehmen und dieses anzuerkennen dürfte, was die Formen betrifft, weniger Schwierigkeit finden. Ueber die Stellung mancher Gattungen in das eine oder das andere Reich, z. B. Oscillatoria, Spongia, Bangia, Diatoma u. s. w. gilt daher fortwährend eine Verschiedenheit der Ansicht: ja man hat sogar in einer und der nemlichen ungetheilten Gattung (Bacillaria) einen Theil der Arten dem Thierreiche, einen andern dem Pflanzenreiche zutheilen wollen (Nitzsch Beytr. z. Infusorienkunde 78. 92.). Indessen ist dieses vielmehr derjenige Fall, wo die Analogie uns leiten muss und der Zusammenhang mit andern ausgemachten Formen des einen oder andern Reichs (Agardh in den N. A. N. C. XIII. 765.). Dagegen vermehrt es nur die Schwierigkeiten, wenn man ein Mittelreich zwischen Pflanze und Thier festsetzt, welches vornemlich durch abweichend gebildete oder fehlende Geschlechtsorgane charakterisirt seyn soll: denn die Gränze desselben einerseits gegen die Pflanzen, andererseits gegen die Thiere, ist eben so schwer zu bestimmen, als zwischen Pflanze und Thier selber.

Digitized by Google

Zweytes Buch.

Von den Elementartheilen der Gewächse.

Erstes Capitel.

Vom Zellgewebe.

§. 17.

Von den Elementartheilen überhaupt.

Wie die organischen Körper überhaupt, so lassen auch die Pflanzen durch Kunst in Theile sich auflösen, die von bestimmter Form sind und keiner weiteren Theilung, die wiederum Theile von bestimmter Gestaltung gäbe, fähig. Sie sind daher die erste Stufe der Bildung der belebten Materie überhaupt, die Elementartheile, aus denen alle Organe nach verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt sind. Einzelne Fälle abgerechnet, wo sie eine ungewöhnliche Grösse haben, sind sie einzeln nur von bewaffneten Augen zu erkennen und man nimmt dann drey Hauptformen derselben wahr: Zellgewebe, Fasergewebe und Gefässe. Jedoch ist in der Zahl der Elementartheile, welche angenommen werden, wenig Uebereinstimmung unter den Schriftstellern. Einige z. B. schliessen das Fasergewebe als besonderes Element aus und ordnen es dem Zellgewebe unter. Andere setzen zwischen beyde noch einen besondern Elementartheil, der die Natur der Faser haben, aber stets der Zelle verbunden seyn soll. Mehrere glauben, man könne, um die Zusammenziehungen, so an Pflanzentheilen vorkommen, zu erklären, nicht umhin, die Gegenwart von Muskelfasern bey ihnen zu statuiren. Ja sogar den Anfang und die Elemente eines Nervensystems will man bemerkt haben. Allein die beyden letztgenannten Elementartheile beschränken sich, so wie das Vermögen der Empfindung und Bewegung, genau auf das Thierreich und bey Pflan-

Digitized by Google

zen findet sich in der That nichts, was mit einigem Rechte dafür gehalten werden könnte. Uebrigens soll in gegenwärtigem Abschnitte nur die Form und Verbindung der Elementartheile, wie solche in vollkommneren Gewächsen vorkommt, erwogen werden: in einem folgenden Capitel wird dann vom Bau der einfachen Gewächse noch besonders die Rede seyn. Hier ist nun, was die Form betrifft, im Allgemeinen anzumerken, dass diese aus Kügelchen, also aus der Grundform, unter welcher die ersten Theile der belebten Materie überhaupt sich zeigen, insofern abgeleitet werden kann, als durch eine Ausdehnung derselben, die entweder einseitig oder allseitig ist, so wie durch eine verschiedene Art der Zusammensetzung, man sich ohne Schwierigkeit vorstellen kann, dass sie entstehe. Damit soll jedoch nicht gesagt seyn, dass diese Art der Entstehung auch sich nachweisen und durch Beobachtung anschaulich machen lasse.

§. 18.

Namen des Zellgewebes.

Bey allen Gewächsen, doch am deutlichsten im Fleische der Saftgewächse, im Marke des Hollunder- und Sumachbaumes, nimmt man eine schwammige, dort grüne und saftreiche, hier weisse oder braune, saftlose Masse wahr, wovon feine Abschnitte, in reinem Wasser unter mässiger Vergrösserung betrachtet, eine Substanz zeigen, deren Räumliches durch häutige Scheidewände auf sehr regelmässige Weise in kleine Räume (oder Zellen) getheilt ist. Dieses ist das Zellgewebe (tissu cellulaire, tela cellulosa, contextus cellulosus) der Gewächse. Malpighi, der sie zuerst scheint genauer und in vielen Pflanzen beobachtet zu haben, nennt sie die Schlauchreihen, (utriculorum s. globulorum series, utr. horizontales ordines (Opp. omn. I. 4.). Grew bezeichnet sie als Bläschen des Parenchym, (bladdens of the parenchyma (Anat. of plants 64), J. P. Moldenhawer (Beytr. z. Anat. d. Pfl. Cap. 2.) hat für sie die Benennung „Zellige Substanz“ gewählt, indem er unter Zellgewebe etwas anderes versteht. Link (Elem. Phil. bot. 77.) unterscheidet nach der Form der einzelnen Zellen, welche entweder in gerader Linie, mit rechtwinkelig abge-

Digitized by Google

stutzten Enden, oder mit zugespitzten seitwärts aneinander gefügt sind, das Parenchym und Prosenchym. Hayne (Ueb. d. Bildung des Zellengewebes u. s. w. in N. Act. Ac. Cur. XIV.) mit veränderter Characteristik unterscheidet vom Parenchym noch das Perienchym, Actinenchym und Porenchym. Meyen endlich (Phytotomie §. 38.) fügt noch das Merenchym und Pleurenchym hinzu, unter welchem letztgenannten er das Fasergewebe versteht. Aber diese Benennungen sind willkührlich: in der Natur selber zeigen sich so viele Uebergänge, selbst in einem und dem nemlichen Pflanzentheile, unter ihnen, dass sie eine geringe oder keine Anwendbarkeit finden (Mohl in Flora 1831. Litt. Ber. 15. 16.).

§. 19.

Dessen Bau im Allgemeinen.

Die verschiedenen Benennungen dieses Pflanzentheils deuten schon auf eine verschiedene Ansicht der Beobachter von der Zusammensetzung desselben. Malpighi dachte sich, wie seine Benennung lehrt, die Zellen als Bläschen in Reihen zusammengefügt, ohne sonstige Eigenthümlichkeit des Baues. Aber Grew musste unter den Linien, welche die Zusammenfügung dieser Bläschen in eine Masse andeuten, bald einige bemerken von stärkerem Durchmesser, als die andern: diese hielt er für feine Fibern, deren weitläuftiges Netz durch Bläschen in genauer Zusammendrängung erfüllt wird. Er nennt daher die Zellen „Blasen, deren jede für sich abgeschlossen ist" und vergleicht den Aggregatzustand derselben mit dem Schaume von Bier oder geschlagenen Eyern (Anat. of pl. 64.). Eben so äussert er an einer andern Stelle (76.): die Seiten, wodurch die Blasen umschrieben werden, seyen nicht blosse Häute, sondern eben so viele Ordnungen oder Schichten (ranks or piles), von höchst feinen faserigen Dräthen, welche meistentheils gleichförmig einer über dem andern liegen, vom Boden jeder Blase zur Spitze und wiederum queer laufen von einer Blase zur andern. Er nennt desshalb das Markzellgewebe „ein rete mirabile, ein bewundernswürdiges Geflechte von unzähligen Fibern der allerfeinsten Art, wie mit einem

Digitized by Google

guten Glase sich bemerken lasse.“ Was Grew für blosse Fasern gehalten, darin sah J. Hedwig Gefässe und er dachte sich demzufolge das Pflanzenzellgewebe als ein Netz von Gefässen, dessen Zwischenräume ein Parenchym in Form von Kugeln und Schläuchen erfüllt (Fund. Hist. nat. musc. frond. I. 24. 25.). In ähnlicher Art drückt sich A. Comparetti aus: „Das Parenchym, sagt er (Prodr. di fis. veg. 11.) ist zusammengesetzt aus den feinsten Gefässen und aus drüsigen Kügelchen, welche in eine grünliche klebrige Substanz eingehüllt sind.“ Diese Ansicht Hedwigs hat Viviani (sulla strutt. degli org. elem. nelle piante) mit wenigem Glücke wieder geltend zu machen gesucht. Am entschiedensten von der ersten Ansicht aber hat sich Brisseau-Mirbel entfernt: ihm ist das Vegetabile gebildet aus einem einzigen ununterbrochenen Gewebe, welches Taschen oder Höhlen von verschiedener Form und Dimension bildet (Exposition de sa Theorie 59. 60.). Nach dieser Vorstellungsart ist die Entstehung der Pflanzenzellen zu denken ungefähr wie die der Löcher in einem gährenden Brodteige, nur dass ihre Form und Lage regelmässiger ist. Umständlich ist diese Ansicht, welche ihr Urheber noch in seinen spätern reifern Arbeiten vertheidigt (Mem. du Mus. XVI.), jedoch nunmehr verlassen hat (Nouv. Mem. du Mus. I.), bestritten worden von Link (L. c. 70.), Amici (Ann. d. Sc. nat. II.), Dutrochet (Recherches physiol. IV. 49 — 51.) und andern. Mit besonderer Unbefangenheit aber hat Decandolle (Organogr. veg. I. 23.) beyde Ansichten nach ihren Gründen gegeneinander abgewogen, wobey er sich für die Zusammengesetztheit aus Bläschen entscheidet, welcher Meynung auch alle neueren Pflanzenphysiologen beygetreten sind, namentlich Sprengel (V. Bau 72.), Rudolphi (Anat. d. Pfl. §. 22. 23.), Kieser (Grundriss §. 120. 121.), J. P. Moldenhawer (A. a. O. 62.), Pollini (Veg. del alb. 6.), Cassini (Opusc. II. 518.), Henry Slack (Ann. d. Sc. natur. Nouv. Ser. I. 195.) und andere. Was nemlich dieser Meynung ein siegendes Uebergewicht giebt und ihr endlich auch die Anerkennung von Mirbel verschafft hat, ist nicht nur, dass man da, wo mehrere

Digitized by Google

Zellen zusammenstossen, wahrnimmt, dass jede ihre eigene Haut, die sie bildet, habe, sondern besonders, dass am lockern Zellgewebe mancher Pflanzen, wenn es noch jugendlich und saftreich ist, es häufig gelingt, die einzelnen, bereits verbunden gewesenen Bläschen wieder von einander zu sondern. In dem höhlenreichen Marke von Helleborus lividus geschieht dieses durch die Natur selber: denn man siehet hier, unter den vollkommensten Uebergängen, wie die nemlichen Zellen, welche in der äusseren Masse auf allen Seiten verbunden sind, in der Centralsubstanz sich immer mehr vereinzeln. Dazu kömmt die grössere Leichtigkeit, die Entstehung des Zellgewebes auf diese, als auf die andere Art zu erklären, so dass diese Ansicht dem Beobachter, der zuerst den genannten Pflanzentheil unbefangen betrachtet, sich von selber darbietet. Es ist daher einem Factum gleich zu achten, welches keinen bedeutenden Widerspruch hat, dass das Pflanzenzellgewebe aus Bläschen bestehe, welche in einer oder in mehreren oder in allen Dimensionen unter einander verbunden und verwachsen sind.

§. 20.

Grösse der Zellen.

Die Grösse der Zellen richtet sich nach verschiedenerley Umständen. In jüngeren unausgebildeten Gewächsen sind sie im Allgemeinen kleiner, als in ausgewachsenen. Sie pflegen desto grösser zu seyn, je wässriger oder mehr mit Luft angefüllt die Säfte des Zellgewebes sind und dann unterscheidet man sie einzeln oft mit blossem Auge. In Wassergewächsen, in Fettpflanzen finden wir sie daher im Allgemeinen sehr gross, hingegen klein in Gewächsen, deren Zellgewebe reich an harzigen oder ätherisch-öligen Bestandtheilen ist, z. B. Pinus, Citrus, Laurus u. s. w. Grew nimmt (A. a. O. 64. T. XI.) zwanzig verschiedene Grössen der Wurzelzellen an. Die kleinsten fand er in der Wurzel vom Löwenzahn, die grössten in der von Ochsenzunge. Das ist jedoch zu willkührlich und ohne practische Anwendbarkeit. Henry Slack sagt (A. a. O.), man finde alle Dimensionen von $^1/_{300}$ bis zu $^1/_{1000}$ Zoll. Auch nach den Pflanzentheilen findet Verschieden-

Digitized by Google

heit Statt, und die grössten Zellen werden gewöhnlich im Marke, überhaupt im centralen Zellgewebe des Stengels, die kleinsten in den Knoten und deren Scheidewänden bey Kräutern angetroffen. Was aber ein Hauptcharacter dieses Elementartheiles ist und ihm seine zierliche Regelmässigkeit bey den Pflanzen giebt, ist, dass die Zellen in der nemlichen Partie von Zellgewebe fast durchgängig von gleicher Grösse sind (Grew a. a. O.). Selten findet sich daher eine grosse Zelle unter kleinen und umgekehrt, ohne dass sie alsdann eine Verrichtung hätte, verschieden von der des Ganzen, wovon sie eingeschlossen ist.

§. 21.

Ihre verschiedene Form.

Die Form der Zelle geht aus dem Sphärischen in das Cylindrische und Platte, ihre Peripherie aus dem Gerundeten in das Eckige auf mannigfache Art über. Mit Recht sagt Decandolle: dass ihre ursprüngliche Form die einer Kugel zu seyn scheine und sie würde solche behalten, wenn sie gegen alle Seiten sich gleichförmig vergrössern könnte. So findet man sie daher häufig in noch ganz jungen Pflanzentheilen und in Gewächsen, wo die Zähigkeit der Säfte der Zelle keine bedeutende Ausdehnung gestattet. Allein häufig findet solche in einer gewissen Richtung minderen Widerstand und diese Richtung ist, wenn die Pflanze schnell wächst, die der Länge; dann nehmen die Zellen eine länglich-cylindrische Form an, mit in der Länge liegendem längeren Durchmesser, z. B. bey Gräsern und überhaupt bey Monocotyledonen. In die Breite geschiehet die Ausdehnung im Allgemeinen bey der Oberhaut, während sie in den übrigen Richtungen gehemmt ist, die Zellen erhalten daher hier eine platte Form. Andererseits kann die Ausdehnung auf allen Seiten ein Hinderniss finden, während die von innen heraus fortwirkende Kraft doch zu möglichster Ausdehnung im beengten Raume zwingt: dann entsteht die eckige Form, besonders die sechseckige, welche verkörpert das Dodecaëder gibt. Setzt man z. B. ein mit Erbsen und Wasser ganz angefülltes, oder mit einem bedeutenden Drucke belastetes geschlossenes Gefäss dem Kochen

Digitized by Google

aus, so nehmen die aufquellenden Erbsen durch den gegenseitigen Druck im beengten Raume eine sechseckige, oder, dem ganzen Umfange nach betrachtet, dodecaëdrische Gestalt an (Buffon Hist. d. Nat. II. 2. 46. Hales veg. Stat. 102.). Kieser sucht zu erweisen (Grundzüge §. 32. und 127 — 130.), dass die Grundform der Zellen des vollkommenen Zellgewebes das langgestreckte Rhombendodecaëder seyn müsse. Allein das kann nicht die Grundform genannt werden, was nur eine Wirkung der besondern Umstände ist, unter denen die Zellen ihre Ausbildung erhalten, was daher keinesweges bey jeglichem Zellgewebe und niemals im ersten Zustande desselben angetroffen wird. Unabhängig von dieser Theorie ist die sechseckige Form der Zellen, auch von Mirbel (Traité d'Anat. veg. I. 56. f. 1.) und andern als die gewöhnlich beym Zellgewebe vorkommende dargestellt worden. Am meisten von ihrer ursprünglichen Form scheinen die Zellen sich zu entfernen in manchen Arten von Zellgewebe, wo sie mit der Luft in bestimmte und fortwährende Berührung kommen. In der Oberhaut vieler Gewächse läuft ihre Peripherie in zahlreiche stumpfe Spitzen aus, wodurch sie tief wellenförmig erscheint. In den Lücken, welche das Zellgewebe der Monocotyledonen, so einen wässerigen Standort haben, gewöhnlich besitzt, gehen sie häufig, und dieses zuweilen auf eine unregelmässige, meistens aber auf eine sehr regelmässige Weise, in Strahlen aus, die länger und kürzer sind und mit welchen sie unter einander zusammenhängen, während zwischen den Strahlen Lücken hindurch gehen. Dergleichen habe ich aus den Lufthöhlen von Poa aquatica, Musa sapientum, Iris Pseudacorus geschildert (V. inw. Bau 4. t. 1. f. 1.) und Meyen hat eben dergleichen in Canna indica, Maranta zebrina, Tradescantia discolor angetroffen (A. a. O. §. 222. t. IV. f. 15 — 18.). Das schwammige Zellgewebe im Innern des Stengels von Iuncus effusus, welches man Mark zu nennen pflegt, besteht ganz aus solchen lang- und dünngestrahlten Zellen (V. inw. Bau 5. T. 1. f. 2.). Bey allen diesen Anomalien jedoch sind zugleich immer Mittelkörper gegenwärtig, welche den Zusammenhang mit der ursprünglichen runden oder eckigen Form zu erkennen geben. Man kann

Digitized by Google

daher nur im Allgemeinen die runde, die oblonge, die platte, die vieleckige, die gestrahlte Form der Zellen unterscheiden. Meyen hat sich viele Mühe gegeben (Phytotomie §. 38.) das Zellgewebe in zahlreiche Genera und Species zu bringen, welche nach der mathematisch zu bestimmenden Form der einzelnen Zellen, so wie nach der Art ihres Zusammenhangs, characterisirt und mit mehreren neugeschaffenen Namen belegt werden. Allein bey Anwendung auf die Natur stellen sich, wie man bald bemerkt, die grössten Schwierigkeiten dar: abgerechnet, dass die Bekanntschaft mit dem Gegenstande durch Einführung zahlreicher neuer Namen nur erschwert werden kann. Welches aber auch die Form der Zellen seyn möge, so ist in einem und dem nemlichen Zellgewebe die der einzelnen Zellen stets die nemliche, wovon eben die hohe Regelmässigkeit im Bau eine Folge ist. Doch kann in verschiedenen Regionen Eines Zellgewebes eine verschiedene Form der Zellen herrschen, ja es ist dieses sogar meistens der Fall, wobey jedoch allemal Uebergänge aus der einen Form in die andere wahrgenommen werden.

§. 22.

Doppelheit und verschiedener Durchmesser der Zellenwände.

Sind es also Bläschen, von denen das Zellgewebe ein Aggregatzustand ist, so muss angenommen werden, dass jedes dieser Bläschen aus einer feinen Haut bestehe, welche durch ein eingeschlossenes elastisches Fluidum ausgedehnt ist und in dieser Ausdehnung entweder durch eben dieses expansible Wesen oder durch eigene Starrheit erhalten wird. Es muss ferner die Scheidewand zwischen zwey benachbarten Höhlen eigentlich doppelt seyn, d. h. aus zwey Blättern bestehen, die, obwohl verwachsen, doch ursprünglich verschiedenen Zellen angehören. Dieses fällt auch nach der Verwachsung noch in die Augen da, wo die Haut einer Zelle den Zusammenhang mit einer zweyten verlässt, um zur Berührung mit einer dritten überzugehen: hier nemlich scheint die Scheidewand sich zu spalten, die zuvor völlig einfach erschien (Kieser a. a. O. T. 2. f. 15.). Durch die Maceration in Wasser

Digitized by Google

jedoch, wenn sie mit der gehörigen Vorsicht angestellt wird, kann, wie schon bemerkt, ausgebildetes Zellgewebe noch in seine einzelnen ringsumschlossenen Schläuche wieder zerlegt werden; was anzeigt, dass die scheinbar einfachen Zwischenwände sich ohne Verletzung wieder getrennt haben (J. P. Moldenhawer Beytr. 81.). Auch mit Hülfe von Salpetersäure hat Dutrochet diesen Versuch an einem Markstreifen von Mimosa pudica mit Erfolg gemacht (L. c. 10.). Es ist daher diese Doppelheit von den meisten Beobachtern, welche die obige Bildungsart für das Zellgewebe statuiren, behauptet worden. Auch Mirbel, welcher solche in früheren Schriften entschieden läugnete, erkannte sie nachmals an. Anfänglich zwar betrachtete er sie noch als zufällig, nemlich als die Wirkung des Trockenwerdens der Scheidewand an ihren beyden Oberflächen, bey noch bestehender Weichheit im mittleren Theile (Mem. du Mus. d'H. nat. XVI. 16.): allein endlich gewann auch er die Ueberzeugung, dass sie wesentlich sey, und sich auf die ursprüngliche Bildung des Zellgewebes gründe (Rech. physiol. sur l. Marchantia, Nouv. Ann. du Mus. I.). Wie beträchtlich jedoch, dieser Doppelheit ungeachtet, die Feinheit der Zellenhaut sey, zeigen Abschnitte zelliger Theile unter starker Vergrösserung betrachtet, indem sie auch alsdann noch immer als eine blosse Linie, ohne sonderliche Breite, erscheint. Doch kann sie unter besondern Umständen, nemlich solchen, die eine Ablagerung von gerinnbarer Materie an ihrer inneren Oberfläche begünstigen, sich beträchtlich verdicken. Mohl (Ueb. die Poren des Pflz. Zellgewebes 32.) hat das Verdienst, auf diesen Gegenstand eine vorzügliche Aufmerksamkeit gerichtet und gezeigt zu haben, wie die fortgehende Entwicklung der Zellen, z. B. im Stengel von Asclepias carnosa, Banisteria auriculata, Erythrina, Viscum u. s. w. von einer Verdickung ihrer Wände begleitet sey, welche sehr bedeutend ist. Dieselbe scheint jedoch vorzugsweise dann einzutreten, wenn in der Verrichtung des Zellgewebes eine auffallende Aenderung vor sich geht, z. B. in den Zellen der Oberhaut und in denen des Markes der Bäume, welche reifes Holz bilden, wovon unten ein Mehreres.

Digitized by Google

§. 23.

Ihre Starrheit und Homogeneität.

Der Feinheit ungeachtet, welche die Zellenhaut in ihrem gewöhnlichen Zustande hat, besitzet sie eine gewisse Starrheit, so dass sie, ohne Druck durchschnitten, nicht zusammenfällt, sondern die Zellen, auch nach Entleerung von ihrem Gehalte, ihre Form behalten. Und hierin zeigt sich ein bedeutender Unterschied des Zellgewebes der Pflanzen von dem der thierischen Körper, bey dessen Durchschneiden die Zellen sogleich ihre Form ändern, oder auch ganz zusammenfallen. Was die Ursache davon sey, wenn es nicht vielleicht der grössere Gehalt an Kohle in der Pflanzenmembran ist, wüsste ich nicht zu sagen. Es besitzet ferner diese Haut einen hohen Grad von Durchsichtigkeit, was sie ebenfalls vor dem thierischen Schleimstoff auszeichnet und sie ist dabey ohne eigene Farbe. Wenn daher die Zellen im Innern des Blattes grün, in der Oberhaut, in der Blumenkrone u. s. w. roth, violett, blau erscheinen, so gehört diese Farbe ihrem Inhalte an. Von ihr gesäubert erscheint sie daher gemeiniglich farbelos und selten mögen die Fälle vorkommen, wo sie durch Ablagerung gefärbter Materie auf ihre innere Oberfläche eine eigene Färbung besitzet (Meyen a. a. O. §. 17.). Vermöge dieser Durchsichtigkeit nimmt man an ihr nichts von einem zusammengesetzten Baue wahr, wenn man sie im reinsten Wasser, von welchem sie vollkommen bedeckt seyn muss, bey durchfallendem Lichte beobachtet: sie erscheint dann als ein Blättchen geronnenen Schleimes von völliger Homogeneität. So hat auch die Mehrzahl der Physiologen von jeher sie betrachtet. Man hat Grew die Meynung beygelegt (Mohl a. a. O. 3.), dass die Membran der Zellen aus Fasern gebildet sey und die Vermuthung geäussert, derselbe möge etwanige Runzeln in den Häuten der Zellen für solche Fibern gehalten haben (Moldenh. Beytr. 124. 201.). Allein mit Sprengel (Vom Bau u. s. w. 85.) glaube ich, es leiden die etwas dunkeln Worte Grew's (Anat. of pl. 76. und anderswo) eine andere Auslegung, als eine solche, die mit seiner sonstigen Vorstellungsart vom Zellgewebe, deren oben (§. 19.) gedacht ist,

Digitized by Google

so sehr streiten würde. Wenn endlich J. F. Mayer (Sur l. vaisseaux d. pl.; Mem. de l'Acad. de Berlin 1788 —89.) in der Zellenmembran ernährende Gefässe, die sich darin verästeln und einerseits ihren Ursprung aus den Fasergefässen nehmen, andererseits wiederum in zurückführende Gefässe auslaufen sollen, wahrnehmen wollte und darstellte: so ist er offenbar von der Idee ausgegangen, einen ähnlichen Bau, wie ihn die Thiere haben, auch bey den Gewächsen zu finden. Kein anderer Beobachter jedoch hat dergleichen wahrgenommen und es ist daher wahrscheinlich, dass Falten, dergleichen die Zellenhaut beym Trockenwerden bekommt, oder Risse, welche darin durch die Manipulation entstanden waren, diese Täuschung herbeygeführt haben.

§. 24.

Abwesenheit von Oeffnungen in den Zellenmembranen.

Die Haut, welche jede Zelle bildet, ist überall geschlossen: auch darüber ist man ziemlich einverstanden. Hill dachte sich jede Zelle als Cylinder, nur am Grunde verschlossen, an der Spitze aber offen (Construct. of timber. 43. t. 6. f. 3.): diese Meynung hat keiner der spätern Beobachter getheilt. Sprengel nahm in seinen ersten Schriften über den Pflanzenbau eine Durchbrechung der Zellenwände an gewissen Stellen an, aber J. P. Moldenhawer (Beytr. 83 — 85.) hat diese Meynung gründlich widerlegt, und es ist daher in Sprengels spätern Werken davon nicht mehr die Rede. Man mag daher die Zellen im trockenen oder im befeuchteten Zustande, frisch oder macerirt oder mit chemischen Mitteln behandelt, betrachten; man mag sie dem Parenchym der Wurzel, des Stengels, des Blattes oder anderer Theile entnehmen: nie lässt sich, auch bey starker Bewaffnung des Auges, irgend etwas von Oeffnungen darin wahrnehmen. Mirbel war der erste, welcher Löcher darin bemerkt haben wollte, welche nach dem verschiedenen Einfallen des Lichts bald hell, bald dunkel erscheinen, und deren einige mit kleinen drüsigen Ringen umgeben seyn sollen, die bey andern fehlen (Traité I. 57. 364.). In den begleitenden Figuren vom Zellgewebe jedoch (Fig. 1 — 4.) haben die meisten der

Digitized by Google

vorgestellten Poren keine aufgeworfenen Ränder, sondern erscheinen als blosse helle oder dunkle Oeffnungen und wo dergleichen Ränder vorhanden, haben sie im Verhältniss der Oeffnung eine sehr geringe Breite. Es war also sehr natürlich, die Poren für die Hauptsache, worauf man beym Wiederaufsuchen seine Aufmerksamkeit zu richten habe, zu halten und, da man sie nicht fand, zu glauben, was von mir und Andern geschehen, dass die kugelförmigen Erhöhungen, welche an den Zellenwänden fast durchgängig vorkommen, für solche angesehen worden. Auch ist wahrscheinlich, dass dieses wenigstens theilweise geschehen, da Mirbel in der Einfassung der Spaltöffnungen der Oberhaut ähnliche Poren wie in den Zellenwänden fand, solche aber von Moldenhawer (A. a. O. 109.) als bewegliche Saftkügelchen erwiesen sind. Mit Unrecht daher (obschon Mohl a. a. O. 9. dieses nicht anerkennen will) hat Mirbel über diesen Irrthum, wenn es wirklich ein solcher war, sich bitter beklagt, der nicht vorgefallen wäre, wenn gleich anfangs, so wie später, (Expos. 65. 158. 161. u. s. w. Taf. 1. f. 2. n. 2.) von ihm geschah, die vermeinten Poren angegeben wären, als Erhöhungen oder hervortretende kugelförmige Körper mit einer kleinen Oeffnung im Mittelpuncte. Aber auch solche Oeffnungen hat M. nicht einmal in diesen Erhöhungen nachgewiesen, vielweniger gezeigt, dass sie die Zellenwand durchdringen. Moldenhawer hat gezeigt (A. a. O. 108.), wie leicht an solchen Erhöhungen unter der Beleuchtung des Microscops der täuschende Anschein einer Oeffnung im Mittelpuncte sich darstellen könne. Eben derselbe aber hat am Blattstiel-Zellgewebe von Cycas revoluta und am Marke von Sambucus nigra Beobachtungen gemacht, die ihm die Anwesenheit von Poren in den Wänden dieser Zellen vermuthen liessen: denn ob die anscheinend durchsichtigen runden oder länglichten Bildungen, die er wahrnahm, wirklich Löcher seyen, darüber spricht M. sich nur mit vieler Zurückhaltung aus und mit nichten erklärt er bey den genannten Gewächsen Poren entdeckt zu haben, oder hat bey einzelnen Pflanzen ihre Existenz aufs bestimmteste nachgewiesen, wie Mohl (Ueber die Poren des Pflanzen-Zellgewebes 8.) sich ausdrückt. Dieser hat dann in genannter

Digitized by Google

Schrift und (Einige Bemerk. üb. d. Poren des Pflanzen-Zellgeweb. Flora 1831. XXV.) sich zu zeigen bemüht, dass das, was im Cycas und Hollunder, so wie in vielen andern Gewächsen als Löcher der Zellenwände erscheint, und auch mir so in den braunen Zellen der Scheide um die Gefässbündel der Farrenkräuter vorgekommen (Vom inwend. Bau 60.) nichts sey, als verdünnte Stellen der Haut, veranlasst durch Ablagerung gerinnbarer Materie auf die innere Oberfläche derselben, wobey einzelne Stellen frey bleiben und ihre ursprüngliche Zartheit behalten sollen. Er gründet diese Meynung vornemlich auf die successiven Veränderungen der Zellenhaut in Querabschnitten: indem solche, anfangs sehr dünn, sich nachmals mehr und mehr verdickt, zugleich aber Einkerbungen bekommt, welche von Innen nach Aussen gerichtet sind und den Stellen entsprechen, wo die vermeynten Poren sich befinden. Mich dünkt jedoch, es habe dieser scharfe und geübte Beobachter aus einer Sammlung einzelner Fälle, so er vor Augen gehabt, zu rasch auf das Ganze geschlossen; indem unstreitig Fälle in den genannten, wie in andern Gewächsen, vorkommen, wo die Zellenmembran die kleinen Kreise zeigt ohne alle Verdickung. Wo aber eine solche anzutreffen, sollen die verdünnten Puncte in den Wänden zweyer zusammenstossenden Zellen immer correspondiren; eine Ansicht, welche von Fr. Unger (Ueb. d. Poren d. Zellengewebswandungen, Flora 1832. N. 37.) durch einige eigene Erfahrungen bestätigt wird. — Man muss daher sagen, dass unsere Beobachtungen bis jetzt noch keine Oeffnungen irgend einer Art in der Zellenmembran dargethan haben.

§. 25.

Fasrige Wände gewisser Zellen.

An den Zellen nimmt man zuweilen queerlaufende, dunklere, bald unterbrochene, bald ring- oder spiralförmige Linien wahr und dieses Phänomen pflegt, auf eine noch näher zu erforschende Weise, in Begleitung eines Mangels grüner Farbe vorzukommen. Hedwig bemerkte in den Blattzellen des Sphagnum palustre L. „queerlaufende Gefässe der feinsten Art, welche ihm verdoppelt zu seyn schienen“ (Fundam. I. 25.

Digitized by Google

T. III. Fig. 15. b.). Moldenhawer hat diese Linien ohne Weiteres für spirale Fäden genommen und aus dem Verhalten derselben Gründe hernehmen wollen für den Bau und die Verrichtung der Spiralgefässe überhaupt (Beytr. §. 55. 91. T. IV. F. 2—5.). Aber um ihre wahre Beschaffenheit zu erkennen, ist die Feinheit der Theile hier noch zu gross. Eben so wenig lässt in den Zellen der Kapselhaut von Marchantia, wo Meyen (Phytotomie 160.) einen spiralen Bau hat wahrnehmen wollen, derselbe sich bestimmt nachweisen. Mir zeigten sich hier nichts weiter, als Längsreihen von abgestumpftvierechigen Zellen, deren Verbindung durch eine queerliegende ringförmige Faser, wiewohl der Ring nicht immer vollständig erschien, bezeichnet war; und so hat auch Mirbel (Compl. d. obs. s. l. March. 47. t. 8. f. 76.) bey der Marchantia polymorpha an dem genannten Theile nur entfernt stehende Ringe wahrgenommen. Entschiedener zeigt sich das Vorkommen einer spiralen Bildung in der zelligen Kapselhaut der Schachtelhalme (V. Bau T. II. F. 24.). Wenn aber hier die spiralen Zellen in eine Fläche sich verbinden, so dagegen treten sie innerhalb der Kapsel der Lebermoosgattungen Jungermannia, Marchantia, Targionia vereinzelt hervor und bilden hier die von Hedwig sogenannten Elateren, Meyen nennt sie „spiraculae", Schmidel funiculi und fila, deren Bewegungen, beym Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit, ein Bedeutendes beytragen, die ihnen anhängenden Saamen fortzuschleudern. In einem weit grösseren Maassstabe kommt die nemliche Bildung bey den Saamen der Arten von Collomia, namentlich der C. grandiflora, vor: indem jeder Saame hier, im Zustande der Befeuchtung, umgeben erscheint von einer durchscheinenden elastischen Hülle; welche, unter starker Vergrösserung, aus langen wasserhellen Schläuchen besteht, so aufs dichteste gedrängt, mit der einen Extremität der äusseren Saamenhaut befestiget sind, mit der andern auseinander fahren (G. W. Bischof, Handb. d. botan. Terminol. II. t. 42. f. 1821.). An jedem dieser Schläuche bemerkt man eine dunklere Spirallinie mit weitläuftigen Windungen. Minder deutlich wiederum erscheinet diese spirale Formation in den farbelosen Zellen, welche an den

Digitized by Google

Luftwurzeln von gewissen Monocotyledoneen, z. B. Epidendrum elongatum Sw. den trockenen pergamentartigen Ueberzug bilden. Meyen hat (A. a. O. 163. T. XI. f. 3 a.) solche als Spiralfasern geschildert, deren Windungen aber jedenfalls nur zusammenhängend und unregelmässig sind. Endlich nimmt man auch in den Zellen, woraus die innere Haut der Antherensäcke besteht, eine fasrige Bildung der Zellenmembranen wahr, wovon später des Weitern geredet werden soll. In allen bisher geschilderten Fällen hängt die spirale, ringförmige, netzförmige oder unregelmässig gebildete Faser der Zellenhaut fest an, so dass sie nicht von ihr ohne Zerreissung kann getrennt werden (H. Slack, a. a. O. 194.), und darin zeigt sich die Verschiedenheit dieser Bildung von den, unten zu erwägenden, eigentlichen Spiralgefässen. Es ist daher der Behauptung von Meyen keine Folge zu geben, welcher solche Fasern manchmal in ihrer zelligen Umgebung will umgefallen oder verschoben gefunden haben (A. a. O. 161.), indem die Unstatthaftigkeit eines solchen Vorganges so wie die Täuschung, welche dieser Angabe zum Grunde liegt, von Mohl (Ueb. d. Cycadeenstamm: Abhdl. d. Ac. z. München X. 19.) gezeigt worden ist.

§. 26.

Zellgewebe, Intercellulargänge.

Die Bläschen, unter einander zusammengefügt und verwachsen, bilden das Zellgewebe. Malpighi, der dieses vorzugsweise in Bäumen untersuchte, schildert es als Schläuche, welche in horizontalen Reihen zusammenhängen: doch, sagt er (A. a. O.), sey dieses nur hier der Fall, nicht aber in andern Pflanzenstengeln, wo sie auf verschiedene Weise geordnet erscheinen. Und mit Recht bemerkt J. P. Moldenhawer (Beytr. 86. 87.): die Art, wie die Zellen gereihet sind, hänge von zufälligen Umständen ab und scheine von bedeutendem Einflusse auf die Richtung in der Abscheidung und Leitung der Säfte zu seyn. Im Rindenzellgewebe daher von Bäumen, z. B. von der Linde, in dem von spindelförmigen Wurzeln, z. B. des Mangolds, in den Strahlengängen des Bastes und des Holzes hängen sie in wagerechten Reihen zu-

Digitized by Google

sammen. Hingegen in dem Stengeltheile zwischen den Knoten beym Mays und Zuckerrohr (Das. 88.) bilden sie senkrechte Schnüre und auch im Baste und Holze der Bäume trifft man deren partienweise an (Das. 20. 58.), wovon bey Beschreibung dieser Theile näher geredet werden soll. Im Blatte, wenn wir dessen horizontale Lage als die natürliche betrachten, bilden sie an der Oberseite gewöhnlich senkrechte, an der Unterseite wagerechte Reihen. Aber in ihrer Anordnung in der Oberhaut der Blätter, so wie in den Knoten des Stengels, im Marke, im Zellgewebe der Knollen und im Perisperm, ist gemeiniglich keine hervorstechende Richtung zu bemerken. Doch auch wo sie in entschiedenen Reihen zusammenhängen, sind diese Reihen wieder so unter einander verbunden, dass jede Zelle auf allen Seiten mit andern zusammenhängt, aber der Zusammenhang auf der einen und andern Seite stärker ist. Zugleich auch stellt sich dabey und im Zusammenhange damit die Eigenthümlichkeit dar, dass die Verbindungspuncte in den verschiedenen Schichten nie auf einander treffen, sondern immer abwechseln, wodurch die Verbindung eine grössere Festigkeit erlangt. Eine Folge dieser Anordnung ist die Bildung der Intercellulargänge. Es ist oben gemeldet, dass Grew eine netzförmige Umflechtung der Zellen durch Fasern als den Grundtheil des Zellgewebes betrachtete, Hedwig und Comparetti aber in diesen Fasern Gefässe erblickten, welche Hedwig zurückführende genannt. In meiner ersten Schrift über den Pflanzenbau suchte ich darzuthun, dass solches blosse Gänge seyen, ohne eigene Wände und hervorgebracht durch die Starrheit der Zellenwände, welche eine nur unvollkommene Verbindung gestatte, so dass, wo mehr als zwey Zellen zusammenstossen, ein kleiner Raum zwischen ihnen offen bleibe, der um jene Zelle laufend, und zu allen benachbarten übergehend, ein System von Gängen darstelle, welche ich Intercellulargänge (meatus intercellulares) nannte. Ich erinnerte, dass diese in einem lockern saftvollen Zellgewebe unverkennbar, manchmal jedoch, besonders bey kleinen, gedrängten Zellen, nicht wahrzunehmen seyen. Sprengel, Link, Kieser und überhaupt alle gleichzeitigen und späteren Pflanzenanatomen, mit Ausnahme

Digitized by Google

von Mirbel und Moldenhawer, nahmen diese Ansicht, so wie die Benennung an. Es war wohl natürlich, dass Mirbel ihr Daseyn läugnete, da sie das, was er selber die Grundidee seines Systemes nannte, zerstörten: ja er vergass sich sogar so weit, dass er sie für ersonnen und für Geschöpfe der Einbildungskraft erklärte. Indessen habe ich die Genugthuung gehabt, dass er in reifern Jahren sie anerkannte, wiewohl er ihre Entstehung nun auf andere Weise, nämlich aus einer Trennung der Zwischenwände, welche die Folge eines partiellen Austrocknens sey, begreiflich machen wollte (Mem. du Mus. XVI. 15.). Späterhin hat er jedoch (Rech. s. l. Marchantia) auch diese Meynung verlassen und er erklärt sie nun in der zuvor angegebenen Art, wenn er gleich behauptet, dass sie in vielem Zellgewebe nicht vorkommen. Moldenhawer erkennt zwar an, (A. a. O. 85.), dass, wo drey Zellen zusammenstossen, im Querschnitte zwischen deren Winkeln ein kleiner dreyeckiger freyer Raum erscheine: aber er bestreitet, dass solcher ein Gefäss enthalte, wiewohl das Einzige, worauf er diesen Widerspruch gründet, dieses ist, dass er keinen Saft, sondern nur Luft darin wahrgenommen (A. a. O. 17.). Dagegen heisst es von Hedwig (S. 172.): derselbe habe aus den Markgefässen J. H. D. Moldenhawers, indem er sie zwischen sämmtlichen Zellen finden wollen, seine zurückführenden Gefässe gemacht, die fast verjährt gewesen, als sie unter der Benennung von Intercellulargängen auf einmal wieder auferstanden seyen. Es lässt sich nicht angeben, was den sonst so verdienstvollen Mann zu diesem unüberlegten und durch Gründe nicht unterstützten Ausspruche verleitet habe, der um so befremdender erscheint, als Moldenhawer selber unter der Benennung von Zellgewebe ein System von Fasern statuirt (A. a. O. 119.), welche jede Zelle, ihren Rändern folgend, umgeben, die Zellen in zusammenhängende Reihen verbinden und auf diese Art ein Gewebe durch die ganze Pflanze bilden sollen. Man könnte mit weit grösserem Rechte hier sagen, dass die verjährten Fasern Grew's wieder auferstanden, wenn überhaupt irgend eine Meynung, die sich auf Beobachtung gründet, verjähren könnte. Haben die Zellen also fortlaufende Kanten an ihrer Periphe-

Digitized by Google

rie und befindet sich ein freyer Raum zwischen diesen Kanten benachbarter Zellen, so muss dadurch ein, wiewohl unregelmässiges, System von Gängen gebildet werden, welches man, des verschiedenen Grades von Zusammenhang wegen, in einigen Schnitten leichter und von anderer Form, als in andern bemerkt. Wo nemlich die Zellen in Längsreihen vorzugsweise zusammenhängen, erscheinen die Gänge beym Querschnitte gewöhnlich als dreyeckige Räume zwischen den Zellen, bey Längsschnitten hingegen als unterbrochene dunkele Längsstreifen, welche den Umrissen der Zellen folgen.

§. 27.

Inhalt der Zellen.

Betreffend den Inhalt der Zellen, so ist dieser entweder Luft oder Saft. Die Oberhaut, das Zellgewebe der abgestorbenen Rindenlagen, das Mark, mit Ausnahme seines obersten Theiles, enthalten Luft in ihren Zellen eingeschlossen, selbst in der Blumenkrone, vornemlich wenn sie von weisser Farbe ist, hat Kieser (Grundzüge §. 146.) dergleichen durchgängig annehmen wollen. Ihre Gegenwart giebt sich dem geübten Beobachter, wenn er einen Abschnitt unter Wasser betrachtet, leicht zu erkennen. Jede Zelle nemlich ist dann mit einer Luftblase angefüllt, welche sich mit dunkeln Umrissen und einem hellen Centrum darstellt, da Zellen, welche eine Flüssigkeit enthalten, ziemlich eine gleiche Durchsichtigkeit in allen Puncten haben. Viviani (Strutt. d. org. elem. n. piante t. 1. f. 1. t. VI. f. 4.) hat die erste Art des Vorkommens in mehreren Figuren dargestellt, ohne darüber genügende Auskunft zu geben. Solche luftvolle Zellen sind entweder farbelos oder, wenn der trocknende Saft der Färbung durch die Luft fähig ist, einer bräunlichen, gelblichen, meistens aber schmutzigen Farbe und die eingeschlossene Luft scheint atmosphärische zu seyn. Aber solches Zellgewebe, das mit Luft gefüllt, ist nicht mehr im Lebensacte thätig, sondern nur das, welches Saft enthält und wo daher die Natur das Parenchym vor der Einwirkung der Luft und anderer Flüssigkeiten schützen will, umgiebt sie solches mit einer Lage von luftvollen Zellen, dergleichen die Oberhaut

Digitized by Google

ist. Die Gegenwart des Saftes hingegen giebt sich kund durch einen Druck, wovon er austritt, durch seine Farbe, wenn er eine solche hat und durch die Theile, welche er enthält. Bey fleischigen Blättern, bey saftigen Früchten, giebt das Zellgewebe, vermöge eines leichten Druckes eine grosse Menge Saft von sich. In Wurzeln und reifen Früchten ist dieser farbelos, in Stengeln, Blättern und blattartigen Theilen, so wie in unreifen Früchten, von einer grünen Farbe, in der Blumenkrone dagegen, so wie in den mit ihr verwandten Theilen roth, gelb, blau, violett in den mannigfaltigsten Abstufungen. Solcher gefärbter Saft kommt auch zuweilen vor in einzelnen Zellen oder Zellengruppen von Theilen, wo er sonst grün ist (Link Grundl. 11. Meyen Inh. d. Pfl. Zellen 11. 12.). In der Rinde vom Wachholder, im Zellgewebe von Piper rubricaule, von Acorus Calamus (Kieser a. a. O. f. 19.) ist es etwas sehr Gewöhnliches, einzelne Zellen mit rothem Safte unter grünen oder farbelosen isolirt anzutreffen und die anscheinend schwarzen Flecken auf den Blättern von Arum maculatum werden durch genau begränzte Haufen von Zellen voll dunkelrothen Saftes, gebildet. Gewöhnlich indessen ist der Saft der zelligen Theile über der Erde, welche der Oberfläche nahe liegen, mit Ausnahme der Blüththeile, grün. Man siehet ihn daher in solchen, so lange sie noch unverletzt sind, in Gestalt einer hellgrünen, sehr durchscheinenden Gallert der innern Oberfläche anhängen und wo eine Zerreisung der Haut statt gefunden, langsam austreten. Durch Einwirkung der Luft, einer Säure oder eines Salzes verliert er seine Flüssigkeit und ziehet sich in einen kleineren Raum zusammen. Diese Substanz ist Wahlenbergs grüne Gallert (glutinosum viride: De sedib. mater. in pl. 70.). Einige lassen sie unbeachtet (Meyen a. a. O. 149.), indem sie mit Unrecht alle grüne Farbe der Theile von den bald zu beschreibenden Kügelchen ableiten. Es frägt sich jedoch: ob die Zelle ganz mit dieser Flüssigkeit erfüllt sey, oder ob nicht vielmehr einen Theil des Raumes ein expansibles Wesen einnehme, dessen Ausdehnung mit dem verschiedenen Grade der Lebensthätigkeit in der genauesten Beziehung steht. Der erste Fall dürfte vielleicht bey saftigen

Digitized by Google

Früchten und in schleimreichen Theilen Platz haben,
der zweyte weit allgemeiner vorkommen, nemlich be
solchen zelligen Theilen, welche die später zu erwäge
bensturgescenz darbieten; eine Erscheinung, die sch
fast augenblicklich eintreten und eben so schnell in ei
Verminderung des Volums bey jähem Entweichen des
princips übergehen kann. Confervenglieder zeigen ei
liche auffallende Verkleinerung des Raums, den d
Materie einnimmt, sobald man einen Tropfen Säure de
ser zusetzt. Eine kräftige Basilicumpflanze, von den
des starkkochenden Wassers getroffen, wird auf der
allen Theilen schlaff und welk und eine raschvegetire
zette, der Wirkung des blausauren Gas ausgesetzt, h
nach zwey Stunden alle Torosität verloren, so dass a
herabhangen: wobey die anatomische Untersuchung
sammengefallenen Zustand sämmtlicher Bläschen des
bes ohne alle Zerreissung derselben zeigt (Goe
Acid. hydrocyan. vi in plantas. 8. 33.).
scheinungen lassen sich, wie ich glaube, nicht erk
die Annahme einer Flüssigkeit von elastischer Art
Zellenräume in Gemeinschaft mit dem gallertartig
erfüllt. Indessen ist freylich von diesem expansi
welches weder Dunst, noch Gas, und welches den
unserer Chemie und Physik nicht zugänglich ist,
cher Begriff zu geben.

§. 28.

Körniges Wesen.

In allen Zellen, welche einen Saft entha
enthielten, sieht man mit bewaffnetem Auge
grösserer oder geringerer Zahl, gewöhnlich vere
aber in Haufen, wie z. B. bey Neottia bicolor,
hängen, wie der Saft selber, der inneren
Zellen an, was Abschnitte, an denen man
der Verkürzung siehet, deutlich zeigen. Au
demselben aus, wenn er noch hinlänglich fli
len zerschnitten sind, so dass dann ihrer i
das Präparat umgeben. Seltener ist es, d

Digitized by Google

oder sie ohne den Saft, in den Zellen anzutreffen. Dieser ihrer Adhärenz wegen, ist es unter gewissen Umständen leicht, sie für Löcher in den Wänden zu halten und dieses scheint Mirbel in seinen ersten Arbeiten über den Pflanzenbau begegnet zu seyn. Aber auch was er in der spätern Zeit von ihnen behauptet, nemlich dass sie die aufgeworfenen Ränder einer kleinen Oeffnung seyen, ist um deswillen nicht zulässig, weil man sie unter den zuersterwähnten Umständen ihren Ort an der Zellenwandung verändern sieht. Sprengel nennt sie die körnigen Niederschläge aus den Zellensäften, von einer gewissen Art derselben behauptet dieses Wahlenberg ebenfalls und sucht es sogar durch Versuche darzuthun (De sedibus 69. 70.): beyde statuiren demnach mit Recht, dass diese Kügelchen nur ein veränderter Zustand des Saftes, worin sie sich befinden, seyen, ohne sich über die Ursache dieser Bildung näher zu erklären. — Wiewohl der Zellgewebssaft eine beträchtliche Verschiedenheit des Verhaltens zeigt, scheinen doch nur zwey Hauptarten desselben eine körnige Gestalt anzunehmen, nemlich die Stärke und der färbende Stoff grüner Theile. Link sah auch den Schleim zuweilen eine solche in den Zellen annehmen (Grundl. 34.): doch war dieses etwas Seltenes und wird von Meyen sogar (Phytotomie 148.) geläugnet; auch habe ich in dem schleimreichen Wurzelzellgewebe von Beta vulgaris niemals dergleichen wahrgenommen. Als Stärke kommt der Zellensaft in Kügelchengestalt vor in knolligen, fleischigen Wurzeln, im Stengel von Monocotyledonen, besonders dessen Knoten, im Perisperm und den Cotyledonen; als grüner Färbestoff in allen grünen Theilen über der Erde. Die Kügelchen der Stärke sind von ungleicher Grösse und zum Theil verhältnissmässig gross, auch von ungleicher Rundung und in der lebenden Pflanze stets farbelos. Die des grünen Stoffs, der viel von den Eigenschaften des Harzes hat, aber doch als eigenthümliche Substanz zu betrachten ist (Link Grundl. 56.), sind meistens kleiner und regelmässig gerundet. Wenig passend heissen jene „Crystalle" bey neueren Chemikern, „Organe" bey Raspail (N. Syst. d. Chim. org. 11.); nach ihm nemlich sind sie zusammengesetzt aus einer löslichen gummösen Substanz und einem unauf-

Digitized by Google

löslichen Hautbläschen, worin jene eingeschlossen. Dem nemlichen Zwecke, welchem die Stärkekörner in mehligen Pflanzentheilen, entsprechen die grünen Körner in blattartigen (Das. 77.). Meyen will, abgerechnet das verschiedene chemische Verhalten, beobachtet haben, dass die Stärke solide, der grüne Stoff hohle Theilchen bilde und er bezeichnet demzufolge nur die ersten als Kügelchen, die letzten aber als Bläschen (A. a. O. 144 — 49.). Allein ich zweifle sehr, dass das Microscop darüber genügende Belehrung gewähre und aus seiner Beschreibung ihres Vorkommens erhellet selber, dass in Wurzeln und Wasserpflanzen Körper dieser Art im Zellgewebe vorkommen, die zwischen beyden das Mittel halten. Uebrigens führt der grüne körnige Stoff noch mehrere Namen: Turpin nennt ihn Globuline, Wahlenberg den grünen Satz (Fecula viridis, l. c. 69.) des gerinnbaren Zellensafts. Pelletier und Caventou begreifen beyde unter dem Namen Chlorophylle: hingegen Macaire und Decandolle (Mém. de Genéve IV. 49.) haben dafür den Namen Chromule vorgezogen, weil, ausser der grünen, auch andere Farben daran bemerkt werden. Aber diese Benennungen sind theils übel gebildet, theils beruhen sie auf unerwiesenen Voraussetzungen.

§. 29.

Saftcrystalle, Raphiden.

In Gewächsen, welche säuerliche, salzige oder scharfe Säfte führen, aus den Familien der Aroiden, Musaceen, Orchideen, Liliaceen, Hauslaube, Cacten u. s. w. enthält das Zellgewebe in seinem Safte gewisse crystallinische Körper sowohl von verschiedener Gesammtform und Zusammenhäufung, als von verschiedenem Vorkommen. Nicht Leuwenhoek, welcher (Opp. II. 423.) derselben erwähnet, ist mit Meyen als der Entdecker zu betrachten: schon Malpighi hat (Opp. I. 52. t. XX. f. 105. E.) wenigstens eine Form derselben beschrieben und abgebildet. Eine andere Form lehrte Jurine (Journ. de phys. 56.) kennen: die nemliche beobachteten Rudolphi, Link und Sprengel. Decandolle Vater und Sohn beschrieben sie genauer unter dem

Digitized by Google

Namen von raphides. Die erstgenannten Beobachter, so wie Kieser, Meyen, Raspail, Turpin haben vorzüglich ihre crystallinische Natur darzuthun gesucht. Und unverkennbar beobachtet man sie als parallelepipedische Körper, die bald einzeln, bald gehäuft stehen, z. B. im Blatte von Piper clusiaefolium und zwar im farbelosen Zellgewebe unter der grünen Rindensubstanz. Meyen nahm sie eben so wahr in den Zellen von Papyrus und Urania (Phytot. T. XII. F. 2. 4.) und Turpin in denen von Cereus peruvianus (Ann. d. Sc. nat. XX. T. 1.). Zuweilen sind diese Körper in einen dichten Klumpen versammelt, eine „Crystalldruse" nennt es Meyen; dergleichen beobachtete Malpighi (A. a. O.) in Opuntia vulgaris, Turpin in der genannten Fackeldistel, ich in einem alten Stamme von Opuntia decumana DC. Die kleinen spitzen Crystalle waren hier um einen dunklern Kern gelagert, der eine degenerirte körnige Materie zu seyn schien, und mit ihren Spitzen nach allen Seiten gerichtet. Die häufigste Form aber, worin diese Crystalle vorkommen, ist die von Nadeln, welche büschelförmig beysammen liegen. Im innern Zellgewebe eines Aloëstammes z. B. siehet man sie schon mit blossem Auge als zahlreiche schneeweisse glänzende Klümpchen. Bringt man deren einzelne unter das Microscop, so trennen sich die Nadeln leicht und völlig von einander und erscheinen als gerade Stäbchen ohne Farbe, an beyden Enden scharf zugespitzt und mit einer beträchtlichen Steifigkeit begabt: so dass Jurine, als er sich mit den Fingern, denen dergleichen noch anklebten, das Gesicht zufällig rieb, ein Jucken und sogar eine kleine Entzündung darnach verspürte. Nie bemerkte ich einen festen Punct an ihnen, dergleichen etwa die Mitte oder eine der Extremitäten gewesen wäre, sondern sie lagen, mit Decandolle zu reden, nur auf und dieses immer bündelweise. Raspail (Exper. d. Chim. microsc. 204. Nouv. obs. s. l. crist. calc. d. tissus d. véget. vivans; Mem. Soc. d'hist. nat. d. Paris IV. 413.) und Turpin haben die Form dieser Crystalle als Tetraëder angegeben. Nach den angestellten Analysen bestehen sie gemeiniglich aus kleesaurem Kalke, auch wohl aus phosphorsaurem, wie es Buchner (Döbereiners n. Jahrbuch d. Pharmacie I. 11.

Digitized by Google

25.) und Raspail (Systeme 521.) gefunden. Beym Zergliedern von Gewächsen, so dergleichen enthalten, wird daher insgemein das Instrument angegriffen und geschwärzt: hinwiederum lösen sie sich auf, wenn man einen Tropfen einer Mineralsäure auf das Präparat fallen lässt. Durch Alles widerlegt sich demnach die Ansicht von Decandolle, dass diese Körper eine Art von Haaren seyen, völlig.

§. 30.

Ihr Vorkommen.

Die meisten der genannten Schriftsteller geben an, dass diese Saftcrystalle sich in den Intercellulargängen oder in grösseren Höhlen zwischen den Zellen befinden: Meyen hingegen versichert mit Bestimmtheit (A. a. O. 168. 186.), dass sie niemals anders als innerhalb einer Zelle vorkommen. Turpin will (A. a. O. 38. 39.), dass die grösseren, insgemein um ein Centrum festsitzenden, Crystalle das Innere einer Zelle einnehmen, in welchem Falle denn ein Klumpen körnigen Wesens ihnen zum Anhaltpuncte diene, dass hingegen die nadelförmigen in den Zwischenräumen der Zellen ihren Sitz haben. Nach Raspail hingegen befinden sie sich niemals im Innern einer Zelle, sondern besetzen die Aussenseite der Gefässwände (Syst. d. Chim. org. 530.). Nach vielfältigen Untersuchungen muss ich der Ansicht von Meyen im Ganzen beytreten. Nichts ist leichter, als bey Piper clusiaefolium und Opuntia decumana sich zu versichern, dass sie wirklich in den Zellen eingeschlossen seyen. Bey Dracaena reflexa füllt ein Bündel von Nadeln einzelne Zellen an, die unter den übrigen zerstreut, ihnen aber ganz gleich an Grösse und Form sind. Nur bey Orchideen, z. B. Cypripedium insigne und Neottia discolor fand ich die Nadeln weit länger, als dass sie in den gewöhnlichen Zellen verweilen könnten, und sie scheinen demnach sowohl hier, als auch bey Bulbine frutescens, in Zwischenräumen befindlich: falls man nicht etwa wahrscheinlicher findet, dass solches Zellen seyen, die von den andern nur in Form und Grösse sich unterscheiden. Im Widerspruche mit der Natur dagegen ist die Angabe von Meyen: dass die Saftcrystalle niemals in Gesellschaft von Saftkörnern im Zell-

Digitized by Google

gewebe vorkommen: denn davon liefern ebenfalls den Gegenbeweis jene beyden Orchideen, wo die Zellen, zwischen denen die Bündel von Nadelcrystallen liegen, ein äusserst häufiges körniges Wesen enthalten. Auch Decandolle muss dergleichen bemerkt haben, da er die von ihm sogenannten Raphiden in einem Zellgewebe liegend angiebt, dessen Zellen eine grüne, körnige Materie enthalten (Organogr. I. 127.). Dass Crystalle auch in cryptogamischen Gewächsen sich bilden können, davon giebt die von Schübler (Flora 1828. n. 5.) beschriebene und abgebildete Wasseralge, Hydrurus crystallophorus, Zeugniss. Dieses, wie es scheint, mit Ulva foetida Vauch. (Hist. d. conf. 244. t. 17. f. 3.) identische, in Gebirgsflüsschen der Schweiz und Wirtembergs vorkommende, Gewächs, wovon ich Exemplare der gefälligen Mittheilung des der Wissenschaft viel zu früh entrissenen Entdeckers verdanke, enthält in seiner Substanz, auf eine noch näher auszumittelnde Weise, pyramidale, schneeweisse Crystalle, im Gevierten zu einer regelmässigen Form verbunden. Solche Conglomerate stehen, schon mit blossem Auge erkennbar, bald einzeln, bald in der Mehrzahl beysammen und zeigen sich nur im Hauptkörper der Pflanze und auch dies nur in einem gewissen Alter. Ihr Vorkommen ist um so merkwürdiger, als man sonst bey cryptogamischen Gewächsen keine Spur von Säuren oder Salzen wahrzunehmen pflegt.

§. 31.

Bewegung des Zellensafts.

Ein schwer ins Reine zu bringender Gegenstand ist die Bewegung des Safts im Zellgewebe. Es scheint der Natur des Organischen angemessen, dass Alles darin sich fortwährend umgestalte und bewege; und es scheint, der Saft müsse gerinnen, wenn er nicht durch Bewegung ohne Unterlass daran gehindert werde. Der Umstand ferner, dass die Organe, welche entweder Saft von aussen aufnehmen, als die Narbe, die Wurzelspitzen, oder solchen geschickt machen, die Pflanze zu ernähren, als die Blattfläche, die Cotyledonen, ganz aus Zellgewebe bestehen, giebt ebenfalls zu erkennen, dass der Saft in demselben fortbewegt werden müsse, indem er sonst

Digitized by Google

nicht zu den Theilen, für welche er bestimmt ist, gelangen könnte. Auch sehen wir reinzellige Organe saftleer werden, ohne dass eine andere Ursache, z. B. Ausdünstung, Statt finden und diese Saftleere bewirken könnte: dahin gehören das Mark, die Cotyledonen, die Eyhäute. Alles dieses berechtiget demnach zu glauben, dass der Saft im Zellgewebe sich fortbewege. Allein auch diese Bewegung ist kein Gegenstand unmittelbarer Wahrnehmung: wir schliessen nur aus den Erfolgen auf sie und sie muss daher zu langsam seyn, um wahrgenommen zu werden. — Welches sind nun die Wege dieser Saftbewegung? Ich habe gesucht, wahrscheinlich zu machen (Vom Bau 10 — 15.) dass die Intercellulargänge es seyen, weil Saft in denselben wahrgenommen werde, der beym Durchschneiden ausgeleert, also fortbewegt werde und weil es ausser jenen Gängen keine Organe für die Fortbewegung des Zellensafts gebe: jedoch nahm ich zugleich an, dass dieser Saft, durch die Zellenwände durchschwitzend, in deren Höhle sich lagere. Der nemlichen Meynung ist, mit der Bemerkung, dass die Intercellulargänge in saftreichen Gewächsen am grössesten seyen, auch Kieser (§. 447.), desgleichen Decandolle (Organ. vég. I. 29.), indem er bloss anführt, dass sie dazu sehr geeignet und gemeiniglich mit Säften gefüllt seyen. Allein dagegen sind doch zu gewichtvolle Gründe. Vorerst bilden sie keinesweges immer ein zusammenhängendes System. Zuweilen fehlen sie in einzelnen Theilen des Zellgewebes, zuweilen vermisset man sie nur in gewissen Richtungen und überhaupt ist in ihrem Durchmesser und ihrem Verlauf keine Regelmässigkeit zu bemerken. Noch mehr aber widerstreitet jener Bestimmung der Umstand, dass sie entweder keinen Saft, oder keinen solchen, wie die Zellen, enthalten. Moldenhawer und Amici behaupten, dass sie stets nur Luft, niemals aber Saft führen und jener bestreitet diesem gemäss, dass überhaupt ihnen der Name von Gängen zukomme. Nun ist freilich gewiss, dass an einem Abschnitte von Zellgewebe, die Intercellulargänge, sie mögen dabey der Länge nach gehen oder in der Queere durchschnitten seyn, zuerst, und ehe das Wasser überall eingedrungen, gemeiniglich dunkel erscheinen, wie Theile zu thun pflegen, welche Luft enthal-

Digitized by Google

ten. Allein in vielen noch genauer auszumittelnden Fällen, enthalten sie gewiss einen Saft, für dessen Fortbewegung im natürlichen Zustande ich jedoch mit Unrecht das angezogen habe, dass er an durchschnittenen Theilen ausströmt: er scheint vielmehr bewegungslos in diesen kleinen Höhlen zu ruhen. Auch ist er, wo er vorhanden, immer von anderer Art, als der Saft in den Zellen. Niemals sah ich ihn von grüner Farbe, niemals bemerkte ich Körner von so bestimmter Gestalt wie in den Zellen darin. Dagegen ist er oft nur durchscheinend, von einer andern als grünen Farbe, oder es haben sich die bekannten nadelförmigen Körper in ihm gebildet. Alles dieses scheint anzudeuten, dass er ein Secretum aus dem eigentlichen Zellensafte sey, wohin auch die Luft gehört, wenn sie statt seiner die Intercellulargänge einnimmt. Zuweilen lässt dieses Secretum, wenn es erstarrt, einen Ueberzug der Wände seiner Behälter, oder eine in Form eines Stranges zusammenhängende Masse zurück und dieses hat unstreitig bey J. J. P. Moldenhawer die Idee von dem von ihm sogenannten Zellgewebe, so wie vielleicht bey frühern Beobachtern, z. B. Grew, die Lehre von den Zellgewebsfasern veranlasst.

§. 32.

Durchdringung der Scheidewände.

Sind also die Intercellulargänge nicht die Wege für die Saftbewegung im Zellgewebe, so kann diese nur von Zelle zu Zelle durch die Scheidewand derselben geschehen. Nun aber sind hier keine Oeffnungen mit bewaffneten Augen wahrzunehmen: die Durchdringung muss also in einer solchen Art erfolgen, dass die übergehende Materie erst nach geschehenem Durchgange sich wieder in tropfbarer Art darstellt, d. h. sie ist ein Durchschwitzen. Ein solches nennt daher Link, als den Modus, wie die Flüssigkeit von Zelle zu Zelle gelangt (Grundl. 13. Elem. phil. bot. 74.), indem er sich dabey auf analoge Vorgänge im Thierreiche bezieht und besonders (Grundl. 299.) auf das Vermögen thierischer Häute, lockerer und dichter zu werden, welches man mit dem Namen tonus zu belegen gewohnt sey. Sprengel (V. Bau 98. 99.)

Digitized by Google

betrachtet ebenfalls den Uebergang des Safts von Zelle zu Zelle als ein Durchschwitzen durch die Scheidewand und er hält diesen Vorgang zwar unter der Lebenskraft stehend, aber doch mit den Wirkungen des Galvanismus unter ähnlichen Umständen übereinkommend. Dutrochet betrachtet es als eine allgemeine Eigenschaft der Häute von Thier- und Pflanzenkörpern, einer Flüssigkeit den Durchgang zu gestatten, wenn die beyden durch eine Haut getrennten Räume solche in einer der Quantität und Qualität nach sehr verschiedenen Art enthalten. Er nennt diese Eigenschaft Endosmose und hält sie für eine Wirkung der electrischen Spannung, welche durch die Dichtigkeits- und Qualitätsverschiedenheit der beyden Flüssigkeiten bedingt werde, daher er sie auch im unbelebten Reiche antreffen will (L'agent immed. chap. IV.). Wie aber diese Durchdringung möglich sey, darüber erklärt er sich nicht weiter. Er bemerkt bloss, dass vermöge Zusammensetzung der Zellenwände, wie aller soliden organischen Theile, aus kugelförmigen Moleculen, es Zwischenräume darin geben müsse: allein diese seyen unsichtbar, selbst in Häuten von der stärksten Permeabilität, z. B. der menschlichen Oberhaut (Rech. 48.) — Es scheint demnach dieser Vorgang, dessen Wirklichkeit nicht in Zweifel zu ziehen ist, doch nicht begreiflich gemacht werden zu können. Jedenfalls geschiehet das Durchschwitzen nur, so lange die Zelle noch bildungsfähig, so lange ihre Haut noch nicht erstarrt ist: daher lässt so wenig die Oberhaut tropfbare Flüssigkeit durch, als das luftvoll gewordene Mark dergleichen aufnimmt (Meyen Inh. der Pfl. Zellen 9. 10.). Vermuthlich ist die mit den Zellenhäuten noch nicht verkörperte Flüssigkeit das Medium für dieses Uebergiessen. Indessen fällt in die Augen, dass dasselbe nur den flüssigen Gehalt der Zellen betreffen könne. Sollten daher Erfahrungen es wahrscheinlich machen, dass die in körniger Gestalt sich darstellende Materie auch von Zelle zu Zelle gehe, so könnte dieses nur geschehen, nachdem sie zuvor in den flüssigen Zustand zurückgekehrt wäre.

Digitized by Google

§. 33.

Rotation des Zellensafts.

Von dieser unsichtbaren Bewegung des Zellensafts ganz verschieden ist dessen sichtbare Bewegung innerhalb des Raumes einer Zelle, dergleichen an mehreren Gewächsen beobachtet worden. Bonav. Corti war, soviel bekannt, der erste, welcher an Chara flexilis L. eine Kreisbewegung der grünen Materie jedes Internodii der gegliederten Pflanze bemerkte (Osserv. microsc. sulla Tremella e sulla circolazione del fluido in una pianta acquajuola. Lucca 1774.), welche Beobachtung kurze Zeit darauf durch F. Fontana Bestätigung erhielt (Rozier observ. s. l. Physique etc. Avril 1776.), aber in unverdiente Vergessenheit gerieth. Im Jahr 1807 entdeckte ich die nemliche Erscheinung wieder (Beytr. z. Pflanzenphysiol. 91.) und dann nicht bloss an der genannten, sondern auch an andern Arten von Chara (Verm. Schriften II.). Weitere Bestätigungen erhielt diese Beobachtung durch Gozzi (Brugnatelli Giorn. di Fisica 1818.), Amici (Ann. de Chimie XIII. Ann. d. Sc. natur. II. 58.), Kaulfuss (Ueb. das Keimen der Charen 51.), Agardh (N. Act. Nat. Cur. XIII.), Henry Slack (Ann. d. Sc. nat. Nouv. Serie I. 271.) und Andere. Das Wesentliche in dem merkwürdigen Phänomen ist folgendes. In jedem durch zwey Absätze begränzten Gliede des röhrigen Stengels oder der röhrigen Zweige (oder Blätter) einer Pflanze aus der Gattung Chara bewegt sich die dickflüssige grüne Masse, grössere und kleinere Klümpchen von der nemlichen Farbe enthaltend, an der einen Seite langsam hinauf, an der andern hinab und an den beyden Extremitäten geschiehet die Umkehrung dieser beyden Arten von Bewegung. Der Theil der Materie, welcher in einer perpendiculairen Fläche liegt, die durch die Axe des Gliedes gehend, im Umfange sich der Wand der Röhre anschliesst, bleibt allein in Ruhe und hier ist die Farbe der Röhre auffallend blässer. Durch Zusatz von einigen Tropfen einer sauren, salzigen, öligen oder spirituösen Flüssigkeit wird die Bewegung sogleich aufgehoben: eben dieses geschicht durch einen

Digitized by Google

Druck oder durch einen Riss in die Haut der Röhre des Gliedes. Herausgetreten zeigt die grüne Materie nicht die geringste Bewegung weiter. Gozzi machte die Beobachtung, dass durch mehrfache Unterbindung eines Gliedes so viele besondere Kreisbewegungen entstanden, als dasselbe dadurch in abgeschlossene Glieder getheilt war, und Raspail, indem er ein Glied an zwey Stellen unterband und dann zwischen dem Bande und dem nächsten Absatze auf beyden Seiten durchschnitt, erhielt einen künstlich verschlossenen isolirten Schlauch, worin die Rotation des Saftes fortwährte (Nouv. Syst. §. 767.). Nach Amici sitzen bey Chara flexilis an der inneren Wand der Röhre Reihen von grünen Körperchen, welche jedoch da, wo die Gränze zwischen der aufsteigenden und der absteigenden Bewegung, folglich Ruhe ist, fehlen, so dass man hier einen weissen Streifen an zwey entgegengesetzten Seiten der Röhre herablaufen sieht. Nach Agardhs Beobachtung nehmen diese Körnerreihen, so wie die Streifen, an jeglichem Gliede einen etwas gedrehten Verlauf und so stellt auch Slack sie dar, indem er sie, wenig angemessen, eine Lage von kleinen Zellen nennt. Ferner bemerkte Agardh, dass gedachte helle Streifen, so die Gränze der beyden Bewegungen bezeichnen, durch den ganzen Stengel und dessen Aeste und Aestchen in einer, durch die Knoten nicht unterbrochenen, spiralen Linie herablaufen und auch dieses wird durch Beobachtungen von Slack bestätiget. Amici machte an dem Quirl von schraubenförmig gedrehten Aestchen, welche äusserlich die Frucht bilden, die wichtige Beobachtung, dass der aufsteigende Strom stets die äussere, der absteigende die innere Seite der Röhre einnahm und durch Agardh und Slack ist dieses Gesetz auf Glieder der Pflanze, welche quirlformig, z. B. aus einem grösseren Zweige, entspringen, überhaupt ausgedehnt worden. Um die stete Geschiedenheit der beyden Ströme zu erklären, nahm Corti eine häutige Scheidewand, Agardh eine perpendiculaire Schicht von Wasser an, Slack hingegen hat die Ansicht aufgestellt, dass das Innere der Röhre durch einen wasserhellen Schlauch eingenommen werde, welcher an zwey entgegengesetzten Seiten der äusseren Röhre verbunden seyn soll und er glaubt, es gehe

Digitized by Google

zwischen diesen beyden die Rotation vor sich. Allein dem wird von andern Beobachtern widersprochen (Raspail l. c. §. 769.), zum wenigsten habe ich nie etwas der Art wahrgenommen; auch ist es mit mehreren Erscheinungen, insbesondere mit der von Gozzi und Raspail bemerkten Theilbarkeit der Ströme durch Unterbindung, unverträglich.

§. 34.

Vorkommen und Ursachen.

Das Phänomen der Saftumdrehung beschränkt sich keinesweges auf die Charengattung, sondern ist auch bey andern Wassergewächsen bemerkt worden. Corti und Amici (Ann. des Sc. nat. II. 42.) haben dasselbe an Caulinia fragilis, Meyen an Vallisneria und Hydrocharis (N. Act. Nat. Cur. XIII.) so wie an Stratiotes und Sagittaria (Ders. über den Inh. der Pflanzenzellen 71.) und Henry Slack an Hydrocharis wahrgenommen. Nach Amici kommt die kreisende Bewegung in den Zellen der durchsichtigen Blattsubstanz von Caulinia im Allgemeinen mit der von den Charen überein, besonders darin, dass sie in jeder einzelnen Zelle von der Rotation in den andern unabhängig ist: aber die Lage der beyden Ströme gegen die verschiedenen Dimensionen des Parenchyms, richtete sich nach besondern, noch nicht genau ausgemittelten, Gesetzen; auch erschien die Rotation langsamer, als bey den Charen. Meyen fand die kreisende Bewegung bey Vallisneria in den Zellen des Blattparenchyms und des Wurzelkörpers, bey Hydrocharis und Stratiotes nicht nur in Abschnitten von allen Theilen der Pflanzen, sondern auch in den gegliederten Haaren der Wurzelfasern, und hier habe ich sie auch aufs deutlichste wahrgenommen. Sie erhält sich nach Meyen an abgeschnittenen Portionen noch Tage lang; bey kalter Temperatur und in den nach Aussen gelegenen Zellen ist sie bedeutend langsamer. Slack beobachtete sie bey Hydrocharis nicht nur an Abschnitten vom Stengel, sondern auch an den häutigen Nebenblättern der Pflanze. Selbst bey Landgewächsen fehlt sie nicht. Corti nahm sie z. B. auch an Kürbis- und Gurkenpflanzen, so wie am Bingelkraute wahr, ohne eine nähere Beschreibung zu

Digitized by Google

geben, Meyen gleichfalls an Melonen- und Kürbispflanzen, desgleichen an Aloë-Arten. Jedoch erweckt das, was dieser von der Bewegung sagt (Inh. d. Pflz. Zellen 74 — 76.), Zweifel, ob sie von der nemlichen Art, wie bey jenen Wasserpflanzen, gewesen. R. Brown sah sie (Obs. on Impregn. in Orch. and Asclep. 21.) in den gegliederten Haaren der Filamente von Tradescantia virginica. Jedes Glied ist mit feinen parallelen Längsstreifen bezeichnet und in ihm zeigt sich unter Wasser eine Circulation der körnigen Materie in mehreren, anscheinend von einander unabhängigen, Strömen. Diese Beobachtung wird von Slack bestätiget, welcher eine ähnliche Bewegung in den Haaren, so den Corollenschlund einer ungenannten Art von Pentstemon bekleiden, wahrgenommen hat und dabey, wie schon früher Corti, die Ueberzeugung ausspricht: es möge dieses Phänomen dem Zellgewebe überhaupt zukommen. Allein bey dem sehr eingeschränkten Vorkommen, so man bisher davon bemerkt hat, und ich selber vermochte es, aller Bemühung ungeachtet, ausser Chara und Hydrocharis, in keiner Pflanze weiter wahrzunehmen, scheint es, dass ganz besondere Umstände erforderlich sind, um dasselbe hervorzurufen und dieses führt auf die Frage nach einer Erklärung. Dass es ein Phänomen des Lebens sey, kann nicht bezweifelt werden, denn nur an lebenden Pflanzen nimmt man es wahr und desto mehr, je kräftiger sie sind. In meiner Nachricht davon (Verm. Schriften II.) habe ich es mit den Bewegungen des körnigen Wesens bey den Wasseralgen zusammengestellt und als eine unmittelbare Wirkung des Lebens der Pflanzensäfte betrachtet. Allein dagegen spricht, dass, sobald der Schlauch einen Riss bekommen und die grüne Materie ausgetreten, die Bewegung augenblicklich aufhört. Amici betrachtet diese als die Erscheinung eines galvanischen Prozesses, welcher von den grünen Körperchen erregt wird, so bey den Charen der Wand jedes Schlauches in Längsreihen ansitzen und die er mit Voltaischen Säulen vergleicht. Dagegen lässt sich jedoch einwenden, dass bey der Mehrzahl anderer Gewächse die Bewegung ohne solche Körnerschnüre beobachtet ward. Auch Agardh hält (A. a. O.) das Phänomen für Wirkung eines

Digitized by Google

electrischen Processes von einer höheren Ordnung und später (Lärebok II. §. 30.) betrachtet er es als den Ausdruck einer doppelten Polarität, dergleichen von einfacher Art in den Gefässen bestehe und die Fortbewegung der Säfte in der Länge bewirke. Mir scheint, als sey die elastische Flüssigheit, wovon ich glaube, dass sie im Leben ausser dem Safte die Zellen erfüllt, durch eine ungleichartige Anregung ihres Ausdehnungsvermögens Ursache des Phänomens. Französische Physiker haben die Rotation bey den Charen mit derjenigen verglichen, welche eine in einer Glasröhre eingeschlossene Flüssigkeit macht, die nur auf der einen Seite erwärmt wird (Ann. d. Sc. natur. XVIII. 276.). Mein Bruder vermuthet, dass hier eine innere Ursache eine ungleiche Vertheilung der Wärme bewirke und so die Wirkung der einseitigen Erwärmung von Aussen ersetze (Ges. u. Ersch. I. 239.). Mir scheint, als könne in der Art der Zusammenfügung der Zellen selber der Grund liegen, dass die in der einzelnen Zelle eingeschlossene belebte Flüssigkeit eine verschiedenartige Ausdehnung, so der von der Wärme in jenem Versuche gleich ist, erleide. Es ist hiebey zu erwägen, dass nicht nur bey Chara, sondern auch bey Caulinia, Hydrocharis und Vallisneria, man eine bestimmte Lage des aufsteigenden Stromes gegen die Oberfläche des Gewächses wahrgenommen hat.

§. 35.

Ausdehnungs- und Einsaugungsvermögen des Zellgewebes.

Das eben Verhandelte führt in natürlicher Folge auf eine merkwürdige Eigenschaft des Pflanzenzellgewebes, nemlich das Vermögen desselben, sich auszudehnen, zu turgesciren und einzusaugen. Schon Grew war dieses bekannt, wenn er sagt: „Die parenchymatösen Theile einer Pflanze, wenn sie eine Flüssigkeit aufnehmen, haben immer ein Bestreben, sich auszudehnen.“ (Anat. of Pl. 125. §. 11.) Oben (§. 26.) sind Beyspiele angeführt, dass Zellen, durch feindselige Einwirkungen auf ihr Lebensprincip, ihren ausgedehnten Zustand schnell verlassen und zusammenfallen. Gegentheils können sie

Digitized by Google

in grössere Ausdehnung und Spannung ihrer Häute versetzt werden, wenn einerseits die Ursachen, welche die Ausdehnung hindern, weggeräumt sind, andererseits ein Reiz ihr Lebensprincip anregt. An einem Abschnitte von Zellgewebe, welches noch saftreich und lebensvoll ist, siehet man auf der Schnittfläche diejenigen Zellenwände, welche dadurch frey zu liegen kommen, in eine Wölbung nach aussen hervortreten; und an solchem Zellgewebe, welchem die Oberhaut fehlt, z. B. dem der Blumenkrone, der Narbe, bilden die Zellen der Oberfläche Hügel und Fortsätze nach aussen, welche unter der Benennung von Papillen bekannt sind. Beydes lässt sich nicht wohl begreifen, ohne dem Zellgewebe dieser Theile ein Ausdehnungsvermögen beyzulegen, welches zunächst von der Elasticität der Flüssigkeit, so in jeglicher Zelle befindlich, abhängt. Insofern nämlich diese absolut oder relativ grösser geworden, als die hemmenden Kräfte, welche ihr entgegen stehen, wird durch sie eine Ausdehnung bewirkt werden, im entgegengesetzten Fall aber wird das bestandene Verhältniss fortdauern. Es sind nur besondere Reize verschiedener Art im Stande, eine solche in einem Parenchym, welches sich durch seinen Bau dazu eignet, durch eine uns unbekannte Wirkung hervorzubringen und seitdem E. B. G. Hebenstreit nachgewiesen hat, dass das Vermögen so verändert zu werden, dem Zellstoffe überhaupt zukomme, wenn es gleich nur unter besondern Umständen zur Wirksamkeit gelangt (Diss. de turgore vitali. Lips. 1795.) ist der Begriff davon in die Physiologie, unter der Benennung von Lebensturgescenz, aufgenommen worden. Was Reil gegen die Zulässigkeit desselben einwandte (Arch. f. Phys. I. H. II. 172.), ist in der That von geringer Bedeutung und von H. schon im Voraus beantwortet. Man muss daher, wie ich glaube, dasselbe, wie den thierischen Organismen, so auch den Pflanzen beylegen. Bey diesen zeigt es sich in der Anschwellung und vermehrten Transparenz der Theile, in ihrem Aufrichten, wenn sie gesenkt, ihrem Abstehen, wenn sie zusammengelegt waren: doch kann auch das Gegentheil der letztgenannten Wirkungen durch die nemliche Ursache, nur auf Theile von anderem Bau einwirkend, erfolgen. Allgemein ist mit dieser verstärkten Aus-

Digitized by Google

dehnung und Spannung ein stärkerer Zufluss von Saft verbunden, aber dieser ist nicht Ursache der Turgescenz, sondern ihre Wirkung. Unstreitig spielt dabey das elastische Wesen, wovon oben wahrscheinlich gemacht, dass es ausser dem Safte noch die Zellen bewohne, eine bedeutende Rolle und es scheint selbst allein geeignet, die Schnelligkeit zu erklären, mit welcher in gewissen, später zu erwähnenden Fällen, wir die Turgescenz eintreten sehen. Ob es aber ein blosser veränderter Zustand des tropfbar-flüssigen Zellengehalts, oder ein Wesen eigenthümlicher Art sey, darüber lassen sich nicht einmal Vermuthungen aufstellen. Wie dem auch sey, so ist das Zuströmen von Saft unzertrennlich von dem Phänomen. Solches braucht aber nicht stets von Innen zu erfolgen, sondern kann auch von Aussen Statt haben unter Umständen, wobey der Zufluss von Innen gehemmt ist, der von Aussen aber nicht. So also lässt es sich denken, dass, vermöge seiner Eigenschaft, auf einen Reiz zu turgesciren, das Zellgewebe das Vermögen besitze, Flüssigkeiten von Aussen einzusaugen an solchen Stellen der Oberfläche, wo kein weiterer Ueberzug oder Zwischenkörper den Zugang findet, und dem zufolge finden wir die einsaugenden Organe des Vegetabile, Narbe und Wurzelspitze, ganz aus turgesciblem Zellgewebe gebildet. Lebensturgescenz und Einsaugung sind also im Grunde der nemliche Vorgang, nur mit Verschiedenheit der Nebenumstände.

§. 36.

Verrichtungen des Pflanzen-Zellgewebes.

Aus dem Bisherigen ergiebt sich die Stelle des Zellgewebes als thätigen Elementartheils in der vegetabilischen Haushaltung; es fängt mit ihm die Bildung an und hört mit ihm auf und hinwiederum geht von ihm die Saftbewegung aus und endiget andererseits in ihm. Denn zuförderst ist es dasjenige Element, dessen Anwesenheit der von allen übrigen im Bildungsprocesse vorhergehen muss. Niemals bilden sich die andern Elementarorgane unverhüllt, sondern immer nur im Innern von Zellgewebe. In den ersten Anfängen des Embryo, der Wurzeln, der Blätter (Verm. Schr. IV. t. 5. f. 12-15.)

Digitized by Google

siehet man daher nichts als Zellgewebe: erst später bilden sich Fasern und dann auch Gefässe darin. Es können daher Zellen bestehen und leben, insofern es reinzellige Pflanzen giebt, z. B. Lemna, Chara, die Lebermoose, die übrigen Elementarorgane aber bedürfen zu ihrer Existenz immer der vorgängigen Anwesenheit des Zellgewebes. Und da dieses das Vermögen einzusaugen ausschliesslich besitzt, jedoch zur Fortleitung des Eingesogenen eines Impulses bedarf, so ist es das Medium, wodurch die andern Elementartheile, namentlich die Gefässe, die rohe Flüssigkeit aufnehmen. Daher öffnen sie sich nie unmittelbar nach Aussen, sondern stets in ein Zellgewebe, welches also die zunächst an der Oberfläche liegende Substanz des Vegetabile ist. Das Zellgewebe nimmt dann andererseits wiederum den roheren Saft aus den Gefässen auf und derselbe wird in ihm in gerinnbaren, mit dem Lebensprincipe verschenen umgewandelt, indem er in ihm eben so langsam sich bewegt, als schnell in den Gefässen. Es enden nemlich die letzten oberen Enden der Gefässe eben sowohl im Zellgewebe der grünen Theile, als die unten in dem der Wurzel sich verlieren: der Nahrungsstoff findet also bestimmte Wege für sich und nur nachdem er diese zurückgelegt hat, ist er im Stande die Ernährung und Auswicklung der Theile zu bewirken. — Link (El. phil. Bot. 117.) nennt als die Verrichtung des Zellgewebes: den Saft aufzubewahren, fortzubewegen und zuzubereiten, allein diese Bestimmung ist zu eingeschränkt angegeben.

§. 37.

Thierischer Schleimstoff.

Verglichen mit diesem Zellgewebe der Pflanzen zeigt das von Einigen sogenannte thierische Zellgewebe im Bau und in der Wirkung theils Uebereinstimmung, theils Verschiedenheit. Es befindet sich nemlich in den thierischen Körpern ein zähes schleimiges Gewebe, welches leicht durch das Messer getrennt wird, welches alle Theile untereinander, die Muskeln unter sich und mit den Gefässen und Nerven, so wie mit ihnen die äussere Hautbedeckung verbindet: dieses nennen die meisten Anatomen Zellgewebe. Nach Haller z. B. (Elem. phys.

Digitized by Google

c. h. I. l. 1. Sect. 1. 2.) bestehet es aus Fibern und Blättchen, welche ihm die (relativen) Elemente des thierischen Körpers sind, die, obwohl auflösbar in kleinere Fibern und Blättchen, doch, weil das Auge, auch das bewaffnete, diese nicht mehr unterscheidet, als elementarisch angenommen werden müssen. Indem sie sich verbinden, lassen sie unausgefüllte Zwischenräume von verschiedener Gestalt und Grösse und dieses sind die Zellen, wovon das Ganze den Namen hat. Wir verdanken es Bordeu (Rech. s. l. tissu muqueux. Par. 1767.) und C. F. Wolff (de tela cellulosa: Nov. Act. Petrop. VI — VIII.) darüber zu Ansichten gekommen zu seyn, welche rein von Hypothese sind und mehr mit der Natur übereinstimmen. Wolff nemlich fand darin, so lange es noch im ursprünglichen Zustande beharrt, nichts Zelliges: es war eine einförmige, klebende, durchscheinende Masse, welche sich in mancherley Formen dehnen liess, Luftblasen dabey aufnahm und bey nachlassendem Zuge wieder die vorige Einförmigkeit gewann. Bloss das Fett erschien ihm als Kügelchen, oft von sehr regelmässiger Form, so in Klumpen versammelt waren und die dem Fette analoge untere Lage der Cutis näherte sich ebenfalls diesem Bau. Blumenbach nennt deshalb dieses Wesen mit Bordeu das Schleimgewebe (tela mucosa). Rudolphi beschreibt es als ein zellenartiges Wesen, in Fäden ausdehnbar, und nach dem Tode in ein Gewebe erstarrend, dessen Zwischenräume ungefähr wie die in einer Flocke Baumwolle beschaffen seyen und keinesweges Zellen genannt werden könnten (Anat. d. Pflanz. §. 20.). Und an einem andern Orte nennt er es einen halbflüssigen dehnbaren Stoff, der nach dem Tode, vornemlich aber der Einwirkung der Luft und des Wassers ausgesetzt, in ein regelloses flockiges Gewebe von Fasern und Plättchen erstarre (Grundr. d. Physiol. I. 71.). Auch Beclard (Anat. gener. 142.), wiewohl er sich nicht ganz von der alten Ansicht losmachen kann, läugnet doch alle Regelmässigkeit und Getrenntheit der Zellen, wie sie bey den Pflanzen sind. Tiedemann (Phys. des Menschen I. §. 111.) ist wiederum ganz der Wolffschen Ansicht beygetreten, indem er alle ursprüngliche Höhlen in dieser gleichförmigen, weichen und

Digitized by Google

dehnbaren Substanz läugnet. Da nun hierin, so wie in Ebenmaass dieser Höhlen und in der Starrheit und Zu ihrer Wände, das Eigenthümliche des Pflanzenzellgewebes stehet, so ergiebt sich daraus der bedeutende von Rudo zuerst herausgehobene Unterschied desselben von dem th schen Schleimstoffe und das Ungeeignete von dessen Bez nung als Zellgewebe. Wenn daher Link (Krit. Ber Zus. zu Spreng. v. Bau 13.) im Schleimstoffe des F fleisches deutliche Zellen wahrnahm, so dürfte auf diese E achtung nur dann Gewicht zu legen seyn, wenn der Be umständlicher beschrieben wäre. Die Fettbläschen wenigst gewebe herrührende Haut haben, kann man nicht durch len bezeichnen; also auch nicht das, was Moldenha w (Beytr. 33.) bey Insecten fand, nemlich die Därme mit ei fettigen, dem Netze vergleichbaren Scheide umgeben, die Schläuchen, denen des Pflanzenzellgewebes ähnlich und dur ène einfache zarte Haut gebildet, zusammengesetzt war. Au die Beobachtung Raspails von Fettflocken aus dem mensc lichen Körper und dem Rinde, welche unter dem Microscop die vollkommenste Uebereinstimmung mit Pflanzenzellgewel darboten (N. syst. de chim. org. 187. t. 7. f. 5. 10.) is noch zu isolirt, um nicht der Bestätigung zu bedürfen. Völ lig grundlos endlich ist die Uebereinstimmung, welche Du trochet zwischen einem gewöhnlichen Bestandtheile des Pflan zenzellgewebes, nemlich den darin anzutreffenden Kügelchen und dem Nervensystem der Thiere findet, in welchem eine Neigung zur kuglichen Bildung gleichfalls wahrzunehmen ist in der Art, dass er jene Saftkügelchen geradezu als Nerven theilchen (corpuscules nerveux) bezeichnet (Rech. s. l. struct. int. d. anim. et d. végetaux 16.).

§. 38.

Gleiche Verrichtungen wie des Pflanzenzellgewebes.

Betreffend den Werth des Schleimstoffes in thierischen Kör pern, so kommt dieser darin mit dem Zellgewebe der Gewächse in zwey Stücken überein. Es umgiebt dieses klebrige, dehn bare Wesen alle Theile und verbindet sie untereinander

Digitized by Google

Alle Reproduction, alle Bildung neuer Theile im thierischen Körper gehet nur vor sich, nach vorgängiger Bildung einer Materie, die in ihren allgemeinen Eigenschaften sich ganz wie Schleimstoff verhält. Die bereits ausgebildeten Organe aber behalten, ausser ihren andern Verbindungsmitteln, auch denselben zum Ueberzug und werden durch ihn zusammengehalten. Durch Zerstörung des Schleimstoffs daher werden die Nerven, Muskeln, Gefässe, Häute locker, sie kommen bey Ausübung ihrer Verrichtungen ausser der Lage und ihre Verrichtungen selber gerathen in Unordnung. Wird derselbe von den Arterien und Nerven gelöset, so entstehen Pulsader- und Blutadergeschwülste; werden in gleicher Art die Nerven entblösst, so verlängern sie sich; unter gleichen Umständen kommen die Muskeln, die Eingeweide des Bauches, die Drüsen in falsche Lagen und ihre Wirksamkeit erleidet eine Hemmung. In ähnlicher Weise würden die inneren Organe der Gewächse, wenn es möglich wäre, sie vom Zellgewebe zu entblössen, aufhören wirksam zu seyn, abgesehen von der, zum Ganzen erforderlichen Lebensverrichtung des genannten Theiles, bloss durch Verrückung ihrer gegenseitigen Lage und Verhältnisse (Hall. Elem. phys. I. 12 — 17.). So wie ferner das Zellgewebe im Pflanzenreiche dienet der Schleimstoff in Thierkörpern, die Flüssigkeiten, welche zur Ernährung und Erhaltung derselben dienen, unmittelbar aufzunehmen (G. R. Treviranus in verm. Schr. I. 127.). Zu diesem Ende ist derselbe da, wo eine Einsaugung Statt finden soll, überall blossgelegt und mit keiner impermeablen Hautbekleidung, wie die übrigen Organe versehen. „Der Einsaugung scheint vorzustehen, sagt Tiedemann (A. a. O. §. 164.) der der Schleimhaut des Darmkanals zum Grunde liegende Zellstoff, welcher die Eigenschaft besitzt, sich mit Flüssigkeiten zu tränken.“ Die Zellen und Falten des dünnen Darms, welchen dieses Geschäft vorzugsweise zukommt, sind nichts anders, als haarförmige Fortsätze der innersten Darmhaut, also Bildungen vom Schleimstoff, worin Blut- und Lymphgefässe ihre feinsten Anfänge haben (Rudolphi Physiol. II. §. 406.). Auch die Zellen, womit nach erfolgter Conception das Ey sich der inneren Oberfläche der Gebärmutter anhängt (Hall.

Digitized by Google

Elem. VIII. 182.), so wie der schwammige Theil des Mutterkuchens (Hall. l. c. 230.), sind ohne Zweifel nichts anders, als ein Schleimstoff, in Fortsätze und Flocken gebildet. Ueberhaupt endigen sich die einsaugenden lymphatischen Gefässe des menschlichen Körpers, und nach der Meynung Einiger selbst die Venen, wenigstens ein Theil derselben, in das Schleimgewebe, welches der äussern Haut, dem Bauchfell, Lungenfell u. s. w. unterliegt und welches überhaupt, wie schon bemerkt, die kleineren und grösseren Organe unter einander verbindet.

§. 39.

Und verschiedene.

Andererseits aber weicht der thierische Schleimstoff in seinen Bestimmungen beym Lebensprozesse von dem Zellgewebe der Gewächse auf eine bedeutende Weise ab. Denn wenn das Zellgewebe diejenige Substanz im Vegetabile ist, welche die rohen Säfte aufnimmt, sie aufbewahrt, um ihnen den Character des Lebens aufzudrücken, und sie innerhalb seines Umfangs fortbewegt bis dahin, wo sie zur Ernährung und zu neuen Bildungen verwandt werden: so kann eine solche Fortbewegung, nicht nur von Flüssigkeiten, sondern selbst von festen Theilen, zwar auch im Schleimstoffe Platz haben, allein sie ist weder gewöhnlich, noch zum Leben nothwendig. Dadurch nemlich, dass dieser Stoff durch den ganzen Körper des Thieres in Verbindung steht und nicht nur ein Continuum unter der Haut bildet, sondern auch in die unterliegenden Theile sich fortsetzet, zwischen die Muskeln und selbst in die Eingeweide der Brust und des Unterleibes eingeht (Hall. l. c. I. 16.), dient er zu einem Medium, wodurch nicht nur Luft, Wasser, Eiter, Blut, sondern selbst feste Körper, z. B. Stecknadeln, Kornähren, Bleykugeln ihren Weg nehmen können. Allein dieser Weg ist kein natürlicher und beständiger. Die ernährenden Flüssigkeiten des thierischen Körpers, Blut, Chylus, Lymphe u. s. w. werden so wenig im Schleimgewebe aufbewahrt und mit höherem Leben bekleidet, als sie in demselben fortbewegt und den zu ernährenden und zu bildenden Theilen zugeführt werden. Auch die Meynung

Digitized by Google

einiger Physiologen (Platn. Quaest. phys. 158.), dass das Arterienblut vor seinem Uebergange in die Venenanfänge sich ins Zellgewebe ergiesse, hat wichtige Gründe der Theorie und Erfahrung gegen sich. Ferner behält der thierische Schleimstoff zwar zum Theil seine weiche und lockere Natur während der ganzen Lebenszeit des Thieres: allein ein bedeutender Theil desselben verdichtet sich mehr oder weniger und verwandelt sich in andere thierische Substanzen, z. B. Hornsubstanz, Knorpel, Knochen. Rudolphi unterscheidet deshalb den umhüllenden (unverhüllten) und den verhüllten Zellstoff, wovon der letztgenannte durch Kunst, z. B. aus Knochen durch Behandlung mit Säuren, bey Knorpeln durch Kochen und Einwässern, in den ersten wieder hergestellt werden kann und demnach als aus ihm entstanden zu betrachten ist. Auch die Häute, die Gefässe, die Eingeweide verdanken auf diese Art einem verwandelten Schleimstoffe dem grössten Theile nach ihre Entstehung. Einer solchen Veränderung ist das Pflanzenzellgewebe bey seinem höhlenreichen Bau und seinen starren Wänden nicht fähig: es behält vielmehr, wie sich im Verfolge dieses Werks näher zeigen wird, seinen ursprünglichen Bau während seiner ganzen Dauer bey.

Zweytes Capitel.

Vom Fasergewebe.

§. 40.

Benennung.

Von dem Zellgewebe umgeben, doch auch zuweilen dasselbe umgebend, zeigt sich bey den meisten Gewächsen, und um desto mehr, als sie älter und holziger sind, eine weisse oder gelbliche, selten grünliche oder bräunliche Substanz, welche am schicklichsten Fasergewebe (contextus fibrosus) genannt wird, sofern sie für das blosse Auge aus fadenförmigen Körpern besteht, so nicht schwer aus ihrem Zusammenhange zu

Digitized by Google

trennen, aber schwer zerreissbar sind. Derjenige blätterartig geschichtete Theil der Rinde, den man im gemeinen Leben Bast nennt, besteht zum kleineren, das Holz aber zum grösseren Theile aus diesem Elemente. Diese Fibern erscheinen dem bewaffneten Auge als Röhren: demzufolge nannte Malpighi sie fibrae ligneae, fistulae ligneae und vasa fibrosa; Grew hält sich mehr an ihre präsumtive Verrichtung und nennt sie lymphaeducts, sapvessels; Leuwenhoek wiederum mehr bey der Beobachtung bleibend, bezeichnet sie als vasa adscendentia, sursum tendentia, minora (Opp. omn. I. P. II. 18. 22. etc.). Einer oder der andern der genannten Bezeichnungen bedienen sich auch die Physiologen des achtzehnten Jahrhunderts, Hill, Duhamel, Hedwig und Andere. So z. B. kommen sie bey Duhamel als fibres ligneuses und vaisseaux lymphatiques, bey Hedwig als vasa adscendentia s. adducentia recta, bey J. D. Moldenhawer (De vas. pl. 14.) als vasa fibrosa, vor. Alle genannten Beobachter, so wie die, welche aus ihnen geschöpft, betrachten und schildern die Fibern des Holzes und Bastes als ununterbrochene Röhren. Aber seit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts bemerkte man, dass diese Röhren, obwohl in die Länge gezogen, doch eine im Verhältniss des ganzen Pflanzentheils geringe Ausdehnung besitzen und demzufolge an beyden Enden sackförmig verschlossen seyen, auch in einigen ihrer Formen den Zellen sich näherten. Mirbel scheint sie zuerst (Traité I. 70.) als solche „sehr verlängerte Zellen" beobachtet zu haben: doch behielt er für sie die Benennung von „kleinen Röhren" bey, im Gegensatze der grossen, worunter er die Spiralgefässe verstand. Sprengel (Anl. I. 92. Vom Bau 80.) führte sie nun ohne Weiteres als gestreckte Zellen und als eine Abänderung des Zellgewebes überhaupt auf und darin folgten ihm Rudolphi, Kieser, Decandolle. Auch Link trat dieser Ansicht bey. Aber in seiner neuesten Behandlung dieses Gegenstandes (Elem. phil. bot. 77.) unterscheidet er, unter der allgemeinen Benennung von Zellgewebe, das Parenchym, Prosenchym und die fibrösen Gefässe, doch so, dass er einen Uebergang gelten lässt. Die Zellen des Parenchyms sollen rund oder von abgeplatteten Extremitäten,

Digitized by Google

die des Prosenchym länglich, die der fibrösen Gefässe cylindrisch und in den beyden letzten Arten sie nicht mit den Enden, sondern seitwärts an einander gefügt seyn. Meyen will, der Gleichförmigkeit wegen, Links fibröse Gefässe durch Pleurenchym bezeichnet wissen (Phytot. 131.). Alle genannten Schriftsteller haben in Unterordnung der fibrösen Röhren unter das Zellgewebe, vorzüglich die Mittelkörper, deren es allerdings giebt, weniger aber die ganz ausgebildeten Röhren dieser Art, wie sie z. B. im Holze und in den Bastbündeln vorkommen, berücksichtiget, und vorzüglich nur die äussere Form dabey im Auge gehabt, während die übrigen auszeichnenden Eigenschaften von ihnen grösstentheils unberücksichtigt blieben. In meinen frühern Arbeiten über die Elementartheile der Gewächse habe ich diese Röhren, unbeschadet der an ihnen wahrzunehmenden Schlauchnatur, den ihnen von den Vätern der Pflanzenanatomie gegebenen Namen der Fasern zu vindiciren gesucht, indem dieser mit ihren physischen Eigenschaften am meisten übereinstimmt und nichts ihn aufzugeben nöthiget. Denn wenn Decandolle anführt, dass das, was man Fiber nenne, unter dem bewaffneten Auge sich als ein Bündel von Gefässen und verlängerten Zellen zu erkennen gebe (Org. I. 62.), so ist dieses eine willkührliche Erweiterung der Bedeutung eines in der Physiologie hinlänglich bestimmten Ausdruckes. Andererseits muss zugegeben werden, dass es Mittelkörper gebe, welche durch ihre allgemeine Form und Verbindungsart den fibrösen Röhren sich nähern, jedoch in ihren dünnen und zarten Wänden mehr mit dem Zellgewebe übereinstimmen: sie finden sich, wie in der Folge gezeigt wird, bey Farrenkräutern und Monocotyledonen um die Gefässbündel, bey Dicotyledonen an verschiedenen Orten der Rinde und des Holzkörpers und Mohl hat davon auf mehreren Tafeln seines Palmenwerks (De palm. struct. t. C. f. 3., t. K. f. 6. etc.) Vorstellungen gegeben, so wie Henry Slack (A. a. O. Taf. VII. Fig. 7. 9. 10.). Für diese Mittelkörper muss man, wie ich glaube, den Namen der verlängerten Zellen beybehalten. Indessen finden solche Uebergänge sich auch zwischen dem Fasergewebe und den Spiralgefässen und selbst von diesen stehet ein Theil unter der

Digitized by Google

Zellenform, ohne dass es doch bis jetzt ein Physiologe versucht hätte, sie zum Zellen- oder Fasergewebe zu zählen. Daher denn auch J. J. J. P. Molhenhawer, welcher am besten unter den Neueren über jenen Elementartheil geschrieben hat, die fibrösen Röhren, denen er Malpighi's Namen erhält, weil er ihr Auszeichnendes in möglichster Kürze ausdrücke, nicht als zellige Substanz betrachtet haben will (Beyträge 35.). Die Franzosen der neuesten Zeit, reich an neuen zum Theil barbarischen und übel gebildeten Benennungen, haben deren auch für diesen Theil in Anwendung zu bringen gesucht: Dutrochet (Rech. 32.) will sie clostres, Cassini (Opusc. II. 518.) tubilles, Turpin (Ann. d. Sc. nat. XII.) tigellules genannt wissen, aber bis jetzt ohne Nachahmung.

§. 41.

Allgemeine Form.

Wenn man zuerst dieses Fasergewebe in einem dünnen Längsabschnitte betrachtet, glaubt man nichts als parallele Linien zu sehen, wie in Grew's Darstellungen (A. a. O. T. 21.), allein bald bemerkt man deren auch, welche in sehr spitzen Winkeln durch die hellen Intervallen zu den entgegengesetzten laufen und die zugespitzten Enden der Fasern, wovon jene parallelen Linien die Seitenränder sind, zu bezeichnen scheinen. Die Maceration solcher Substanz, die noch etwas von ihrer Weichheit hat, bestätiget dieses. Wahlenberg hat dergleichen in der Art angestellt (De sedibus 3.), dass er sie abwechselnd in caustisches Kali und Salpetersäure brachte, Moldenhawer, dass er sie in Wasser legte, welches oft erneuert ward (Beytr. 13.): ich habe mich der ersten Methode bedient, die schneller zum Ziele zu führen schien. Dadurch löst sich nemlich die Verbindung der Fasern leicht, so dass man sie einzeln darstellen kann und jede ist dann ein sehr in die Länge gezogener Körper von geringer Breite, dessen Extremitäten langsam in eine stumpfe Spitze auslaufen. Sie ist immer einfach, soweit ich beobachtet: nur einmal sah Moldenhawer sie am einen Ende in zwey Spitzen getheilt, und das Nemliche beobachtete Henry

Digitized by Google

Slack (A. a. O. 202. Taf. VII. Fig. 31.). Ihre Länge ist verschieden, nicht nur nach Verschiedenheit der Pflanzen, sondern besonders des Pflanzentheils, worin sie vorkommt und mit Vermehrung der Länge treten auch ihre übrigen characteristischen Eigenschaften mehr hervor. Je härter und zäher daher die Masse, desto mehr pflegt die Faser gestreckt zu seyn. Damit steht in Verbindung, dass sie länger ist, wo der Wachsthum des Pflanzentheiles mehr in die Länge gerichtet z. B. in der Mitte eines Internodii. Doch auch an der nemlichen Stelle eines Pflanzentheiles findet man ohne wahrnehmbare Ursache zuweilen einige noch einmal so lang als die andern (Moldenh. 19.). Nirgend bemerkt man, so wenig als an den Bläschen des Zellstoffes, an der Pflanzenfaser eine Zusammensetzung: nur Malpighi, indem er die langgestreckten Zellen in einigen Gewächsen erkannte (L. c. 25. t. IV. F. 19. B., t. V. F. 21. A.) wollte an den fibrösen Röhren sowohl der Rinde, als des Holzes bemerkt haben, dass solche aus einer Reihe sphärischer oder viereckiger hohler Körper beständen, welche sich in einander öffnen (L. c. 20 — 28. t. 1. F. 5. F., t. V. F. 21. E.), so zwar, dass an der Verbindung die Ränder nach Innen hervortreten und eine Art von Valveln bilden. Noch umständlicher hat diesen Bau H. D. Moldenhawer (De vas. pl. 14. §. V.) auseinandergesetzt. Man sehe diese Art der Zusammensetzung gewöhnlich leicht, zuweilen aber, wie bey der Eiche und Weide, mit Schwierigkeit und nur nach vorgängiger Maceration. Die gereiheten Bläschen seyen, obwohl im Ganzen oval, doch von verschiedener Grösse und Figur und die ringförmige Valvel, nach Innen sich verdünnend, lasse nur eine kleine Oeffnung, wodurch jedes Bläschen mit dem benachbarten communicire. Nichts von allem dem zeigt sich an der, von den sie umgebenden Theilen wohl entblössten Fiber. Es ist daher wahrscheinlich, was auch J. P. Moldenhawer zu zeigen versucht hat, dass die genannten Beobachter durch Zellenreihen getäuscht worden seyen, so in der Rinde und im Holze anzutreffen sind und von denen unten des Weitern die Rede seyn wird. Sie gleichen nemlich den fibrösen Röhren in ihrer allgemeinen Form und Zuspitzung, haben auch die nemliche

Digitized by Google

Lage wie sie; und machen selbst ihre nächste Umgebung aus. Wahlenberg unterscheidet von den Holzgefässen die Rindengefässe (vasa lignea, v. corticalia, l. c. 2. 3.) und versteht unter jenen die Fasern des Holzes, unter diesen die des Bastes und der Rinde, allein wenn gleich die letztgenannten sich durch weissere Farbe, durch grössere Zähigkeit und Biegsamkeit vor jenen meistens auszeichnen, ist doch im Bau kein Unterschied bemerkbar, wie bereits J. P. Moldenhawer (Beytr. 20.) gezeigt hat.

§. 42.

Höhle der Faser.

Dass die Pflanzenfaser eine Höhle enthalte, die sich in ihrer ganzen Lage erstreckt, wird von F. C. Medicus (Beytr. III. 156. 184. V. 332.) geläugnet, doch ohne dass derselbe sich auf eigene microscopische Beobachtungen darüber gründe. Man siehet solche vielmehr deutlich unter Wasser an feinen Abschnitten, welche sowohl in der Länge als in der Queere des Gewebes genommen worden. War im ersten Falle dasselbe saftleer, also mit Luft erfüllt, so bewirkt das in die Fiber von beyden Enden eindringende Wasser die Bildung von einer grossen oder von mehreren kleinen Luftblasen darin, welche bekanntlich mit dunkeln Rändern sich darstellen und in dem Maasse kleiner werden, als das Wasser mehr von der Luft absorbirt, worauf sie verschwinden. Durch solche Luftblasen ist, wie es scheint, J. Hill getäuscht worden, indem er (Constr. of timber. 46. 95. t. 7. 15.) an den fibrösen Röhren grosse ovale Seitenöffnungen zu finden meinte, die aber nicht vorhanden sind. Auf Queerschnitten giebt sich, wenn solche bey hinlänglicher Durchsichtigkeit minder fein sind, die Höhle als ein blosser dunkler Punct zu erkennen; wenn sie aber möglichst fein gerathen, als ein kleinerer Kreis innerhalb eines grösseren, der den Umkreis der Faser bezeichnet. In der ersten Art finden wir die Höhle dargestellt von Grew (Anat. t. 21.), in der andern beschrieben und abgebildet von Leuwenhoek (Opp. omn. I. P. 1. 22. f. 14. 17.). Die zweyte Ansicht hat dem sonst um die Physiologie der Pflanzen sehr verdienten Wahlenberg Veranlassung zu einem

Digitized by Google

Irrthum besonderer Art gegeben. „Jedes Holzgefäss, sagt er (De sedib. 2. 3.), ist ein viereckiger Canal und daraus bestehen die weichern Hölzer, so wie die porösen Theile der härteren. Aber in härterem Holze steigt in jedem solchen Canale ein rundes Gefäss von dicken, fast knorpligen, Wänden und sehr kleiner runder Oeffnung auf, indem es die Höhlen der ersten ganz ausfüllt.“ Wenn man die angeführten Abbildungen von Leuwenhoek betrachtet, siehet man, was diese Meynung veranlasset habe: denn sicherlich ist die äussere viereckige Röhre nichts anders, als der äussere Umkreis der fibrösen Röhre, welche unter gewissen Umständen diese Form annimmt. Nach H. D. Moldenhawers Angabe (De vas. pl. 16.) ist die innere Oberfläche der Höhle mit einem wolligen Wesen überzogen, welches man besonders bey Holzpflanzen wahrnehmen soll. Mir ist jedoch unbekannt, auf was für Beobachtungen, die eine ausserordentliche Stärke der Vergrösserung voraussetzen würden, sich dieses gründe. Es frägt sich ferner: Ist diese Höhle auf den beyden Enden der Röhre verschlossen? Malpighi scheint nicht dieser Meynung gewesen zu seyn: denn er beschreibt die Faserbündel in der Rinde vom Himbeer- und Weinstrauch bestehend aus „quasi vermicularibus tubulis, invicem hiantibus“ (L. c. 25.). Auch ist, wenn man das successive Eindringen des Wassers in luftvolle fibröse Röhren unter dem Microscope betrachtet, einleuchtend, dass dieses von den Enden aus geschehe. Allein dennoch wird man an den unverletzten Enden der Röhre oder, genauer zu reden, an denjenigen beyden Stellen, wo sie der zunächst unter und über ihr liegenden am festesten anhängt, keine Spur von Oeffnung gewahr (M. Beytr. 15.), was auch J. P. Moldenhawer bestätigt. Es erhellet aus dem Bisherigen, mit welchem Rechte sowohl die Benennung von einer Röhre, als von einer Zelle, einem Schlauche, auf den beschriebenen Theil angewendet werden könne. Es ist eine Röhre, aber mit verschlossenen Extremitäten, es ist ein verlängerter Schlauch, aber mit solcher Entfernung der verschlossenen Endpuncte, dass die Schlauchform nur noch unvollkommen erkannt wird.

Digitized by Google

§. 43.

Ihre Wände.

An der queerdurchschnittenen Faser zeigt sich in dem Abstehen des dunkeln Centralpuncts oder des innern Kreises, welcher deren Höhle bezeichnet, von dem äusseren, der ihren Umfang andeutet, die beträchtliche Dicke, welche die Masse zwischen diesen beyden Oberflächen, oder, mit andern Worten, welche die Wand der Faser besitzt. Dieses begründet, nächst der Gesammtform, den zweyten bedeutenden Unterschied des faserigen Gewebes von dem zelligen, dessen Zellen ihre Wände, im Vergleiche der sehr beträchtlichen Höhlen, fast als blosse Linien, ohne alle Breite, erscheinen lassen. Aus dieser Dicke der Wand der Faser erhellet, warum diese, ganz verschieden von der Zelle, der Zusammendrückung, der Zerreissung so bedeutenden Widerstand entgegensetzt; auch die grössere Schwere der Faser erklärt sich daraus. Kleine Lamellen von jeder Holzart nemlich, zuvor wohl benetzt, sinken im Wasser zu Boden, so dass angenommen werden muss, das Holz schwimme nur durch die grosse Menge von Luft, welche es bey grösserer Masse in seinen Zwischenräumen hartnäckig festhält, auf dem Wasser, nicht aber durch eine grössere specifische Leichtigkeit. Aber diese Dicke der Faserwand zeigt wiederum Verschiedenheit, theils nach den Holzarten, indem sie in den härteren, bey grösserer Länge der Faser, dicker ist, als in den weicheren, theils nach Maassgabe des Alters, mit dessen Fortschreiten sie zunimmt. Niemals jedoch geht diese Verdickung bis zum völligen Verschwinden der Höhle. „In den älteren Schichten und Bündeln, sagt Moldenhawer (Beytr. 58.), siehet man ihre Wände dicker: aber durchaus verstopft habe ich sie nie, selbst im ältesten Kernholze finden können.“ Wenn daher Hedwig (De fibr. veg. ortu) und andere eine solche Verstopfung im Alter eintreten lassen, so dürfte dieses eine blosse Voraussetzung seyn, welcher die Erfahrung nicht entspricht. Manchmal, und dieses besonders im Holze der Coniferen, bemerkt man in der nemlichen Schicht einen Theil der Fasern mit beträchtlich dickeren Wänden als die andern, ohne dass ein Grund

Digitized by Google

davon einzusehen ist. Immer aber haben die Wände auf allen Seiten die nemliche Dicke und man bemerkt nicht, dass diese z. B. an der Seite der Markstrahlen dünner wären: nur scheint die grössere Leichtigkeit des Eindringens der Flüssigkeiten an den Extremitäten zu der Vermuthung zu berechtigen, dass die Wand der Fiber hier am dünnsten sey. Dessen ungeachtet ist die Faser fast eben so durchsichtig, als die Zelle, auch, wenn sie vereinzelt ist, eben so farbelos: nur wo ihrer viele in ein Gewebe vereinigt sind, erscheint dieses minder hell, als das Zellgewebe, und mit einer Farbe, welche gewöhnlich ein Weiss oder Gelb ist, in mancherley Abstufungen und Uebergängen. Endlich auch bemerkt man hier, wie beym Zellgewebe, eine völlige Homogeneität der Wände, daher keine Zusammensetzung aus kleineren Theilen, keine Spalten, Löcher oder Streifen. Denn wenn man dergleichen in einigen Fällen, von denen unten geredet werden soll, beobachtet, so ist es an Körpern, welche den Uebergang machen vom fibrösen System zu dem der Gefässe, woselbst eigenthümliche Bildungen der Wände herrschend werden.

§. 44.

Ihre Verbindung in ein Gewebe.

Die Zellen können vereinzelt seyn, sie können sich auf verschiedene Art und in verschiedenem Grade verbinden: die Fasern hingegen liegen fast immer in der Mehrzahl und bündelweise beysammen, und legen sich der ganzen Länge nach an einander. Nur im Blattstiele der Cycas revoluta fand Moldenhawer fibröse Röhren einzeln zwischen den Markzellen stehend (Beytr. 34.). Auch im Umkreise des Marks von Daphne Mezereum fand ich sehr dickwandige fibröse Röhren, zwar in einem Kreise, jedoch vereinzelt. Aber diese Fälle gehören zu den sehr seltenen. Ihr gewöhnliches Vorkommen daher ist bald in Form von Bündeln, bald in einem zusammenhängenden Gewebe. Die Art ihrer Zusammensetzung hiebey ist die, dass sie der Länge nach sich verbinden, zugleich aber das obere Ende jeder Faser dem unteren derjenigen, welche in der nemlichen Reihe den Platz über ihr einnimmt, seitwärts sich anfügt (Moldenhawer Beytr. Taf. II. F. 20.),

Digitized by Google

an welcher Stelle auch die Fasern einen genaueren Zusammenhang, als an den Seiten, zu haben scheinen. Dabey liegen die Endverbindungen in den verschiedenen Längsreihen in verschiedenen und wechselnden Höhen, welches eine bedeutendere Festigkeit des ganzen Gewebes zur Folge hat. — Das Mittel, wodurch die Natur diesen Zusammenhang der Fibern untereinander bewirkt, ist das nemliche, wie beym Zellgewebe, nemlich die Gerinnbarkeit der Materie. Die Elementartheile, wenn sie sich zusammenfügen, sind noch in einem weichen und halbflüssigen Zustande, so dass ihre blosse Berührung, bey der später eintretenden Erhärtung, sie fest untereinander zusammenhängen macht. Indessen hat J. P. Moldenhawer geglaubt, besondere feinere Verbindungsfasern zu diesem Behufe annehmen zu müssen, welche man, sowohl mit Hülfe von Maceration, als ohne solche, wahrnehmen soll (Beytr. 13. 14.): allein sie sind erst das Werk der Präparation und können nicht als ein selbstständiger Elementartheil betrachtet werden. — Die Fasern in ihrer seitlichen Zusammenfügung berühren sich nicht allemal mit gleicher Genauigkeit und Innigkeit. Am stärksten ist diese in der Holzsubstanz, wo sie gemeiniglich durch Druck in zwey einander kreuzenden Richtungen dermassen gedrängt sind, dass ihr Umkreis vierkantig wird und man von Zwischenräumen auch in den zartesten Queerschnitten nichts wahrnimmt. Aber weit geringer ist diese Zusammendrängung da, wo sie in Bündelform stehen, z. B. in der Rinde. Hier zeigen sie fortwährend runde Umkreise und da demzufolge ihre Berührung nicht in allen Puncten Statt finden kann: so finden sich hier häufig dreieckige Zwischenräume unter ihnen, die mit einer undurchsichtigen Materie angefüllt sind. Leuwenhoek glaubte im Fichtenholze wahrzunehmen: wie die grösseren Röhren, aus denen dasselbe zum Theil besteht, im Umfange von weit kleineren Gefässen (arteriae ligni nennt er sie) der ganzen Länge nach begleitet werden (L. c. III. 300. f. 13. 14.). Auch Link nimmt Zellengänge im Baste, wie er überhaupt das Fasergewebe benennt, an (Grundl. 17.); und Moldenhawer lässt wenigstens Zwischenräume zwischen den Fasern, in der nemlichen Art, wie zwischen den Zellen des Zellgewebes, zu

Digitized by Google

wiewohl er gegen die Benennung von Intercellulargängen überhaupt sehr eifert (Beytr. 16. 17.). Kieser dagegen findet nicht nur im Baste und Holze die Intercellulargänge auf gleiche Weise verlaufend, wie im Parenchym des Marks und der Rinde: sondern sie sollen zuweilen an Grösse den (Queer-) Durchmesser der Zellen (Fasern) selber übertreffen, was zu mehreren Irrthümern Veranlassung gegeben habe (Grundz. §. 189.). Es würde ein mühevolles Geschäft seyn und viel Raum erfordern, zu zeigen, was zu diesen Ansichten die Veranlassung gegeben habe: ich beschränke mich desshalb, zu sagen, dass ich sowohl im Holze von Pappeln, Eichen, Fichten, Cedern, Lerchen, Salisburia, Broussonetia und andern Bäumen, als in kräuterartigen Dicotyledonen-Stengeln, z. B. Athamanta ramosissima Pg. durchaus keine Zwischenräume der Holzfasern angetroffen habe, sie schlossen vielmehr genau so zusammen, als Brongniart aus dem Holze von Cycas (Ann. d. Sc. nat. X. t. 21. f. 5.) sie darstellt. Die zween minder durchsichtigen Streifen daher, welche man in Längsschnitten zwischen zwo Faserröhren laufend und durch eine dunkle Linie getrennt siehet, sind die Wände dieser Fasern selber, welche begreiflicher Weise sich dunkler, als die Höhle, darstellen. An den Faserbündeln der Rinde hingegen, z. B. von Viscum, sind die Zwischenräume nicht zu verkennen: allein eben weil sie immer undurchsichtig sind, lassen sie mit den stets durchsichtigen Intercellulargängen des Parenchyms keine Zusammenstellung zu. Solche bedeutende Lücken aber, als Kieser zwischen den fibrösen Röhren für einige Fälle gelten lässt, habe ich in den von ihm angezogenen Beyspielen von Calla aethiopica und Musa paradisiaca nicht wahrnehmen können.

§. 45.

Ihr Inhalt.

Erwägt man, was über den Inhalt und über die Verrichtungen der fibrösen Röhren beobachtet und geschrieben worden, so muss man vornemlich bey den Alten, besonders bey Malpighi und Grew sich umsehen: indem die meisten Neuern, wie das Auszeichnende in der Bildung, so auch das Besondere in der Verrichtung dieser Elementarorgane, nicht

Digitized by Google

mit der gehörigen Aufmerksamkeit gewürdiget haben. Malpighi hält die fibrösen Röhren der Rinde und des Holzes wie in ihrer Form, so auch in ihrer Function, übereinstimmend, nemlich für Flüssigkeiten gangbar, welche darin aufsteigen und von ihnen dem Zellgewebe übergeben werden, worin sie ihre weitere Zubereitung erhalten (L. c. I. 13. 28.). Grew hält sie, beyde der Rinde und des Holzes, für die Behälter eines wässerigen Saftes, Lymphe von ihm genannt: doch sollen sie denselben nur in der nemlichen Vegetationszeit, worin sie gebildet worden, führen, später aber einen blossen Dunst und bey weiterer Verhärtung auch diesen nicht weiter (L. c. 111. 115. 124.). Duhamel, Hill, H. D. Moldenhawer, Hedwig, Comparetti halten die fibrösen Röhren für ununterbrochene Canäle, deren der wässerige Nahrungssaft sich bediene, um zu den verschiedenen Theilen der Pflanze zu gelangen. Moldenhawer ist der Meynung, dass sie die Verrichtung von Arterien und Venen zugleich haben, indem sie bey umgekehrten Zweigen fortfahren einzusaugen und gefärbte Flüssigkeiten von ihnen so gut in gerader, als in umgekehrter, Lage des Zweiges aufgenommen werden (De vas. pl. §. XV.). Dabey müsse zugegeben werden, dass sie auch Luft enthalten (§. XVI.). Mehrere der neuesten Beobachter, welche unsere Fasern verlängerte Zellen nennen, sprechen von dem Inhalte derselben entweder gar nicht, wie Kieser und Meyen: oder sehr unbestimmt, wie Decandolle (Organogr. I. 29.). Man muss aber, wie ich glaube, mit Grew hier mehrere Perioden unterscheiden. Es ist gewiss, dass diese Organe bis zu einem gewissen Zeitraume nach ihrer Formation eine Flüssigkeit führen. Bekanntlich enthalten mehrere Bäume, als Linde, Ahorn, Weinstock u. s. w. deren im Frühjahre vor dem Blätterausbruche im Holze so viel, dass sie aus abgeschnittenen Zweigen als ein Wasser hervordringt und herabtröpfelt: es ist nicht wohl zu denken, dass sie hiebey sich auf die Höhlen der Spiralgefässe beschränken und nicht auch die der fibrösen Röhren erfüllen sollte. Eine so grosse Menge Safts enthalten nun freylich andere zu der angegebenen Zeit nicht, allein doch dringt desselbe merklich hervor, wenn man bey diesen die äusseren

Digitized by Google

Holzlagen zusammendrückt (Grew a. a. O. 124.), oder er tritt, wenn ein Stück solchen grünen Holzes mit dem einen Ende ins Feuer gebracht wird, am andern mit häufigen Luftblasen aus (Duhamel Phys. I. 60.) deren Platzen ein Geräusch verursacht. Auch durch Trocknen von grünem Holze zeigt sich disser grosse Wassergehalt, indem dasselbe dadurch über die Hälfte am Gewichte verliert. Andererseits giebt es einen Zeitpunct, wo diese Röhren blosse Luft enthalten, deren Gegenwart an Längsschnitten, so man unter Wasser betrachtet, sich als eine mehr oder minder in die Länge gezogene, dunkelrandige Blase kund giebt, die kleiner wird, so wie das Wasser mehr davon verschluckt. Wann die Faser mit Saft, wann sie mit Luft gefüllt sey, verdient noch eine weitere Untersuchung. Im Allgemeinen ist das Erste wohl bey denen der Rindenbündel und des jüngsten Splintes, das Zweyte bey denen des älteren Splints und des reifen Holzes mit Grew anzunehmen.

§. 46.

Ihre Verrichtungen.

Die Flüssigkeit, welche die fibrösen Röhren enthalten, giebt ihre Anwesenheit gemeiniglich weder durch eine besondere Farbe, noch durch eine Heterogeneität der Theile zu erkennen: sie ist vielmehr meistentheils einer wässrigen Art. Jedoch versichert J. P. Moldenhawer in denen der Mayspflanze einen grünen Saft angetroffen zu haben (Beytr. 12. 13.) und in den engeren fibrösen Röhren im äusseren Umfange des Jahrwuchses vom Papiermaulbeerbaume sah er im Herbste ein dunkelgefärbtes Fluidum, so beym Durchschneiden der Röhren nicht ausfloss (Das. 24.). Ueberhaupt nimmt man am jüngsten sehr saftreichen Splinte einen grünlichen Schimmer wahr. Einzeln jedoch betrachtet führen, wie auch Link (Elem. phil. bot. 85.) äussert, die fibrösen Röhren ungefärbte Säfte, in denen nichts von der grünen körnigen Substanz des Zellensaftes wahrzunehmen ist. Gleichwohl sah ich im Hollunder die Splintröhren mit Kügelchen angefüllt. (V. Bau t. II. f. 38.). Auch am Weinstocke sah Moldenhawer dergleichen in den fibrösen Röhren zur Winterszeit und ihm

Digitized by Google

schien es ein verdickter Saft zu seyn, den sie im Frühjahre mit Heftigkeit ausstossen (Beytr. 57.). Aehnliche Beobachtungen sind von Dutrochet gemacht worden. In jährigen Zweigen vom Weinstocke und vom Papiermaulbeerbaume bemerkte ich vor Anbeginn des Frühlings das nemliche Phänomen. Aber die farbelosen Kügelchen, womit die fibrösen Splintröhren hier, bald gänzlich, bald parthieenweise, angefüllt waren, schienen mir von der Natur der Stärke zu seyn und insofern die Erscheinung der Anhäufung von Nahrungsmaterie in den Cotyledonen und im Wurzelkörper während des Ruhens der Vegetation vergleichbar. Keine Spur aber haben wir, dass die Faserröhre, während sie mit Saft gefüllt ist, auch ein elastisches Wesen enthalte, welches eine Ausdehnung ihrer Wände, wie bey den Zellen, zu bewirken vermöchte: es scheint daher diese Substanz einer Lebensturgescenz, wie das Zellgewebe, in keinem Zeitpuncte seiner Existenz fähig zu seyn. Eben so verdient es eine Untersuchung: ob der Saft im Fasergewebe, der schlauchförmigen Natur der einzelnen Röhren ungeachtet, sich fortbewege. Für die älteren Physiologen, welche mit diesem Bau unbekannt waren, konnte dieses unzweifelhaft seyn, aber Mirbel und Sprengel (V. Bau 80. 81.), denen er nicht fremd war, halten jene dennoch für Leiter des rohen Pflanzensafts, ohne anzugeben, wie der Widerstand, welchen der gedachte Bau dem schnellen Fortgange der Flüssigkeit von Röhre zu Röhre entgegensetzen muss, überwunden werde. J. P. Moldenhawer theilt die Ansicht, dass sie die ersten Wege seyen, bestimmt die Feuchtigkeiten des Bodens aufzunehmen und fortzuleiten, nicht. Er erinnert, dass sie bey künstlicher Einsaugung gefärbter Flüssigkeiten sich nur füllen durch Mittheilung aus den Spiralgefässen und in der Rinde finde man sie ungefärbt, wenn schon das junge Holz vom Farbestoff durchdrungen sey. Die manchmal zu bemerkende Anwesenheit eines farbigen Saftes in ihnen mache vielmehr glauben, dass sie denselben zu wichtigen Zwecken aufbewahren (Beytr. 58.). Nun finden sich die genannten Erscheinungen zwar auch beym Zellgewebe, und sie hindern uns nicht, eine Saftbewegung in denselben anzunehmen: allein diese ist hier jedenfalls sehr langsam, da

Digitized by Google

sie im Fasernkörper hingegen mit beträchtlicher Schnelligkeit vor sich gehen müsste. Diese Gründe lassen vermuthen, dass der in den Spiralgefässen, wie wahrscheinlich gemacht werden soll, aufsteigende rohe Saft in das Fasergewebe nur so weit eindringe, als er in jenen keinen Raum mehr findet und dass er in ihm für die weiteren Zwecke der Vegetation aufbewahrt werde. — Ausser diesem hat die Fasernmasse noch die Nebenbestimmung, das Vegetabile aufrecht zu halten und dadurch die Einwirkung von Licht und Luft auf die Theile über der Erde möglich zu machen, obgleich, wie Humboldt (Aphor. a. d. Physiol. d. Pfl. §. 5.) gezeigt hat, es in dieser Hinsicht sehr unpassend würde mit dem Knochengebäude der Thiere verglichen werden.

§. 47.

Vergleichung mit den Muskelfasern im Bau.

Wie das Pflanzenzellgewebe mit dem thierischen Schleimstoffe manches Uebereinstimmende hat, wie die Kügelchen des Zellensaftes mit denen des Nervenmarks von Dutrochet sind verglichen worden: so hat es auch nicht an vergleichenden Zusammenstellungen der Pflanzenfasern mit den Muskelfibern des thierischen Körpers gefehlt. Um Hallers zu geschweigen, so hat namentlich A. von Humboldt alle Bewegungen an den Pflanzen aus inneren Ursachen auf die Thätigkeit von Muskelfasern zurückführen wollen (Fl. Frib. spec. §. 6. — Ueb. d. Musk. u. Nerv. Faser I. 249.). In den Pflanzen aber finden wir keine Elementarorgane, welche mit thierischen Muskelfasern im Bau und in der Wirkungsart Aehnlichkeit zeigen, als die fibrösen Röhren: so dass auch Link nach Versuchen es wahrscheinlich findet, dass der Bast vorzüglich die Bewegungen der Pflanzen verursache (Nachtr. I. 25.). Eine Vergleichung beyder Elemente erscheint daher hierher zu gehören. — Wenn man die Bündel, aus denen bekanntlich jeder Muskel zusammengesetzt ist, in immer kleinere und kleinere zerlegt, so kömmt man endlich auf Fäden, die sich nicht weiter organisch theilen lassen und die man daher als das Element des muskulösen Baues, als die einfache Muskelfaser betrachten muss (W. G. Muys Musculor. artific. fa-

Digitized by Google

brica 281. Prochaska de carne musculari 47.) Stark vergrössert und von allen umliegenden Theilen isolirt, zeigt sie sich als ein langgestreckter Körper von überall gleicher, geringer Breite; immer einfach, ohne alle Verästelung und Anhänge, und der Queere nach aus dem Runden etwas abgeplattet. Sie ist stark durchscheinend, mit dunkeln geraden Queerlinien, welche eine bestimmte Entfernung von einander beobachten. Bey den warmblütigen Thieren, besonders in den willkührlichen Muskeln derselben, ist sie von rother Farbe, bey den Insecten aber farbelos: dass indessen jene Röthe nicht vom rothen Blute herrühre, davon geben die meisten Fische den Beweis, welche bey solchem Blute doch weisse Muskeln besitzen, desgleichen die Regenwürmer. Man könnte auch die, trotz ihrer vielen Blutgefässe, sehr blassen Muskelfasern der Gefässe und Gedärme anführen, wenn nicht Rudolphi diese als verschieden von denen der willkührlichen Muskeln betrachtet wissen wollte (Grundriss I. 88. 89.). Dass nun diese Faser hohl sey, scheint allerdings. Schon H. Boerhaave (Inst. §. 595.) und sein Neffe Kauw-Boerhaave (Impet. faciens 253. 265.) betrachteten sie so und darin sind ihnen viele gefolgt. Dagegen halten J. F. Meckel, Prochaska (L. c. 47.), Rudolphi, Beclard (Anat. gen. 555.) sie für einen soliden Körper. Da sie bey den Insecten dicker und minder weich, als in den grösseren, besonders den warmblütigen, Thieren ist, so untersuchte J. P. Moldenhawer sie am Hirschkäfer (Lucan. Cervus), und fand sie hohl und mit einer gallertartigen Masse angefüllt, für deren Absonderung aus dem Blute er die Röhre als das Organ betrachtet. Diese war dabey von einer mässigen Länge und hatte auf beyden Seiten ein verschlossenes Ende, gegen welches sie sich allmählig verdünnte (Beytr. 29.). Auch nach Links Untersuchung (Zus. zu Spreng. vom Bau u. s. w. 15.) ist die Muskelfaser eine wahre Röhre, gefüllt mit einer röthlichen Substanz, welche durch Weingeist sich ausziehen lässt und jene dann farbelos zurücklässt. Was ich über diesen Gegenstand beobachtet, stimmt mit den Erfahrungen Moldenhawers grösstentheils überein: auch habe ich bey Schnecken und Käfern wahrgenommen, dass die

Digitized by Google

einzelnen Muskelfasern sich stumpf endigen. Endlich ist noch von diesen Fasern zu merken, dass ihre Lage neben einander immer die Richtung der Länge beobachtet. So bilden sie daher die kleineren und grösseren Bündel: nie durchkreuzen sie sich, wenigstens in den kleineren, um sich netzförmig zu verbinden, wenn gleich dieses mit den grösseren Bündeln in den unwillkührlichen Muskeln, dem Herzen, den Eingeweiden u. s. w. der Fall zu seyn scheint.

§. 48.

In den physischen Eigenschaften und Verrichtungen.

Vergleicht man dieses Vorkommen der thierischen Muskelfaser mit den Erscheinungen, welche die Pflanzenfaser darbietet: so zeigt sich nur in der äusseren Form und Verbindung eine allgemeine Uebereinstimmung, in den physischen Eigenschaften und in der Wirkungsart aber eine desto grössere Verschiedenheit. Beyde kommen überein in ihrer Einfachheit, ihrer langgestreckten Form, ihrer stumpfen Zuspitzung; beyde enthalten ihrer Länge nach eine Höhle, wiewohl dieser Punct bey der Muskelfaser noch der Bestätigung bedarf, und besonders über das Verhältniss dieser Höhle zu ihrem Inhalte und zu ihren Wänden uns noch so gut als nichts bekannt ist. Die Aehnlichkeit zeigt sich ferner in der Art ihrer Zusammensetzung der Länge nach und in Bündelform, indem ein vereinzeltes Vorkommen bey beyden wenigstens sehr selten ist. Hierdurch scheint demnach die Benennung von Fasern für dieses Pflanzenelement hinlänglich gerechtfertiget. Indessen ist die Natur und Wirkungsart beyder den Reichen, welchen sie angehören, entsprechend: die Pflanzenfaser härtlich, starr, die Muskelfaser ein sehr weicher Körper, welcher vereinzelt sehr leicht trennbar und in Thieren, welche der stärksten Muskelwirkungen fähig sind, z. B. den reissenden Säugthieren, gerade am weichsten ist. Die Pflanzenfaser dreht sich, indem sie trocken wird, und verkürzt sich dadurch anscheinend: die Muskelfaser im Gegentheil ist eben durch ihre Weichheit der Zusammenziehung fähig und zwar besteht diese nach den Beobachtungen von Prevost und Dumas darin, dass die Bündel aus der gestreckten eine Schlangen- oder Zickzack-

Digitized by Google

form annehmen, wodurch die Spitze mehr oder minder der Basis genähert wird (Milne-Edwards de l'Influence f. 4.). Hiebey zeigt sich im Innern des Muskels ein beständiges Zittern seiner Fibern (Béclard Anat. gen. §. 675.) und auch äusserlich gibt solches sich bey anhaltender Zusammenziehung kund. Davon ist wiederum an den, aus Fasern gebildeten, Pflanzentheilen nichts wahrzunehmen. Humboldt führt zwar (Fl. Frib. 150.) eine am Hedysarum gyrans gemachte Beobachtung an, wonach an dessen Blättchen, wenn sie im höchsten Grade der Aufrichtung waren, ein Zittern, gerade wie bey einer starken Muskelanstrengung, wahrgenommen wurde. Allein abgerechnet, dass die Bewegungen dieser Blättchen keinesweges dem Fasergewebe der Pflanze zugeschrieben werden können: so bedarf dieses Zittern noch der Bestätigung, besonders um gewiss zu seyn, dass es nicht von dem leisen Athmen des aufmerksam beobachtenden Beschauers, oder einer schwachen Erschütterung des Tisches, dergleichen schon der blosse Herzschlag einer daran gelehnten Person bewirken kann, herrühre.

§. 49.

Dutrochets Ansichten.

Noch eine Aehnlichkeit des thierischen Muskels mit Elementarorganen der Pflanzen ist aufgestellt und zu einer Theorie benutzt worden, welcher der Name ihres Urhebers viel Ansehen verschafft hat. Schon R. Hooke und Leuwenhoek (Opp. omn. I. 43.) gaben an, dass die Muskelfaser gegliedert sey, durch Reihung von Kügelchen in Linienform. Prochaska hält dieses Phänomen für das nemliche mit den Queerstrichen, so man an den Muskelfaserbündeln gewahr wird. In unsern Zeiten haben Fr. Bauer, Home, Prevost, Dumas, Edwards (A. a. O. fig. 6.), Béclard (A. a. O. 553.), Dutrochet (Recherches 173.) die einfache Muskelfaser als eine Reihe von Kügelchen befunden, weit kleiner als die Blutkügelchen, aber doch, der Meynung von Bauer und Home nach, aus diesen gebildet. Diesen gegliederten Bau habe ich an Muskelfasern mehrerer Thiere auch wahrgenommen und am deutlichsten an denen von Insecten.

Digitized by Google

Dutrochet findet nun (A. a. O. 194 u. folg.) in den verdickten Gelenken von Mimosa pudica, wo bekanntlich das bewegende Princip für die Blätter seinen Sitz hat, einfache Zellenreihen, die das Vermögen besitzen sollen, eine einfache Krümmung anzunehmen und dieses Vermögen eines Elementartheiles, der mit der thierischen Muskelfaser in seiner Bildung auffallend übereinkomme, hält Dutrochet eben so für Ursache der Bewegung hier im Pflanzenreiche, als die wellenförmigen Krümmungen der Muscularbündel zureichender Grund der Bewegung im Thierreiche sind. Allein in einer spätern Schrift (Nouv. rech. s. l'endosmose etc. 74. 76.) hat Dutrochet selber jene Kügelchen und ihre Zusammensetzung für irrthümlich erklärt und er findet nunmehr als Bewegendes hier die Krümmung, welche Scheiben von Zellgewebe annehmen, in welchem die Zellen in verschiedenem Grade durch Endosmose, wie er glaubt, sich ausdehnen, indem die Ansicht solcher Lamellen des genannten, so wie anderer reizbarer Theile, ihm Zellen zeigten, welche, jemehr nach Innen, desto kleiner waren. Nun lässt sich zwar nicht recht einsehen, wie ein Phänomen, welches in einem aus dem Ganzen getrennten Stückchen erfolgt, auch dem Ganzen ohne Weiteres zukommen könne: indessen sey die weitere Erörterung dieser Theorie bis zur Betrachtung der sogenannten reizbaren Gewächse in einem späteren Abschnitte dieses Werkes aufgehoben.

Drittes Capitel.

Von den Gefässen.

§. 50.

Von den Gefässen überhaupt.

Nicht bloss Beobachter, wie Jampert, Mustel, Medicus, sprechen den Pflanzen die Gefässe ab, sondern selbst noch der verdiente C. Sprengel in seinen früheren phytotomischen Schriften (Brunn de vas. pl. Hal. 1800, 9. — Anl. z. Kenntn. d. Gewächse. Halle 1804. I.). Was so

Digitized by Google

erscheine, heisst es in der erstgenannten Schrift, seyen entweder verlängerte, gedrehte Zellen oder Bündel von Fasern. Versteht man indessen unter Gefässen in der organischen Naturlehre Canäle, welche eine Flüssigkeit führen und solche von einem Theile des Organismus zum andern leiten: so kann man nicht läugnen, dass die Pflanzen dergleichen besitzen. Sie unterscheiden sich vom Zellgewebe durch ihre dickeren und starreren Wände, von den fibrösen Röhren durch ihre grössere Weite und ihre mehr vereinzelte Stellung, von beyden aber durch die Continuität ihrer Höhle in ihrem Verlaufe und durch die eigenthümliche Configuration ihrer Wände. Auch zeigen sie, wo sie in der Mehrzahl beysammen liegen, eine graulich-weisse oder Silberfarbe, dergleichen nicht an den andern getrennten Elementartheilen, ausser am Zellgewebe, nachdem es sich in Mark verwandelt, wahrgenommen wird. Malpighi, welcher, gleichzeitig mit Grew, sie in den Pflanzen entdeckte, nennt sie vasa spiralia, fistulae spirales, tracheae; Grew bezeichnet sie durch aer-vessels, und es ist ein Irrthum, wenn Decandolle (Organ. I. 32.) sagt, dass er sie unter der Benennung von sapvessels und lymphaeducts begreife, welches die fibrösen Röhren Malpighi's sind. Bey Mirbel führen sie den Namen der grossen Röhren (grands tubes). Ganz verschieden von den meisten Gefässen der Thiere sind die der Pflanzen immer einfach. Zwar hat Mirbel (Theor. de l'org. veg. t. 2. f. 5.) deren abgebildet, die sich verästeln: allein Decandolle erinnert (Organ. I. 52.) mit Recht, dass man hier von wirklicher Verästelung eine Theilung von Gefässen, die zuvor in Einem Bündel beysammen waren, wohl nicht gehörig unterschieden habe. Kieser aber hat seine frühere Meynung von Verästelung dieser Gefässe später zurückgenommen (Grundz. §. 243.). Mit den fibrösen Röhren haben die Gefässe das gemein, dass sie immer der Länge des Pflanzentheiles nach, in welchem sie vorkommen, liegen. Niemals findet man sie daher in horizontaler Richtung gegen die senkrechte Axe des Stammes oder Zweiges und wenn Mirbel dergleichen in seinen früheren Arbeiten dargestellt hat (Traité I. 185. fig. 32. m.), so enthalten seine späteren, reiferen Schriften diese

Digitized by Google

Behauptung nicht mehr. Es ist ferner dieser Elementartheil von einer Fasersubstanz, oder von einem Zellgewebe, welches jener in der Form seiner einzelnen Theile sich nähert, umgeben, und dieses ist so allgemein, dass Malpighi sagt (L. c. 31.): es müsse irgend ein Geheimniss der Natur darunter verborgen seyn. Niemals findet man sie daher im Parenchym ohne weitere Umhüllung, niemals unmittelbar an der Oberfläche, entweder mit ihren Seiten oder mit ihren Mündungen belegen, und keinen Glauben dürfte Viviani finden, wenn er die Netzlinien der Oberhaut an den Blättern von Valeriana rubra und Tradescantia virginica darstellet, als aus anastomosirenden Spiralgefässen gebildet (L. c. 164. 165. t. III. f. 14. 15.). Ihr Durchmesser, welcher von der Art ist, dass man die Oeffnungen beym Durchschnitte selten mit blossem Auge wahrnimmt, ist verschieden und richtet sich keineswegs nach der Grösse und dem Volumen der Pflanze, sondern in Verbindung damit, nach dem langsameren oder schnelleren Wachsthum, indem sie im letzten Falle stets weiter zu seyn pflegen. Ihre Form dabey ist die runde oder ovale, selten mit einigen stumpfen Ecken und diese erhält sich beym Durchschneiden vollkommen, ohne dass sie zusammenfallen, wie manche Thiergefässe. Endlich noch scheint allen Pflanzengefässen, in der Länge betrachtet, ein gegliederter Bau zuzukommen, der schon Malpighi bekannt war, wiewohl derselbe manchmal undeutlich und selbst gar nicht wahrgenommen wird, oder sich unter allerley täuschenden Gestalten verbirgt. Die meisten, sagt H. D. Moldenhawer (De vas. pl. 23.) erweitern und verengern sich abwechselnd, so dass man glauben muss, es seyen Bläschen, die, mit den Enden verbunden, sich in einander öffnen.

§. 51.

Von den Spiralgefässen.

Man kann dreyerley Hauptformen von Pflanzengefässen nach dem Vorgange Mirbels (Traité I. 64.) unterscheiden und diese mit Beybehaltung der ihnen von Decandolle gegebenen Benennungen als Spiralgefässe, gestreifte Gefässe und punctirte Gefässe bezeichnen. Bernhardi hat noch die

Digitized by Google

Ringgefässe, Kieser die netzförmigen Gefässe, Mirbel in seinen spätern Schriften (Elemens I. 31.) die rosenkranzförmigen und die gemischten Gefässe hinzugefügt. Allein die beyden ersten Arten kommen selten vor und lassen sich, so wie die dritte und vierte, bequem als blosse Abänderungen der andern Formen, deren Verschiedenheiten wesentlicher sind, betrachten. Zuerst demnach sey von den Spiralgefässen die Rede: es sind Sprengels Schraubengänge, Mirbels und Decandolle's Trachées, Kiesers einfache Spiralgefässe. Eine gleichförmig dünne, glatte, elastische Fiber ist in gleichweite Spiralwindungen gelegt, die, aneinander liegend oder doch einander genahert, eine cylindrische Röhre darstellen: dieses ist der Begriff der Spiralgefässe, dessen einzelne Merkmale noch eine besondere Erwägung verdienen. Betreffend die Beschaffenheit der Fiber, so lässt solche nur an den grösseren Gefässen dieser Art sich mit einiger Bestimmtheit erkennen und dann ist ihre gewöhnlichste Form die eines einfachen durchsichtigen farbelosen Draths, der keine Zusammensetzung aus Theilen irgend einer Art zeigt. Zuweilen laufen jedoch mehrere Dräthe, die in einem gewissen Zusammenhange stehen, neben einander und bilden gemeinschaftlich die Windungen. Schon Grew hatte dieses wahrgenommen. Im Stamme, sagt er, werde das Gefäss von wenigen Fibern, oft nur von einer einzigen, gebildet, in der Wurzel hingegen von mehreren, deren jede für sich rund sey und die durch ihre Vereinigung ein Band darstellten (A. a. O. 73. 117. 118.). Eine solche bandförmige Verbindung mehrerer Spiralfibern hat Hedwig aus dem Kürbis geschildert (Fundam. I. t. 2. f. 9.), ich aus Zerumbet speciosum (V. Bau. Taf. I. F. 8.), Kieser aus dem Pisang (A. a. O. Taf. 3. Fig. 26.). Grew äussert bey dieser Veranlassung die Meynung, dass Malpighi dadurch möge getäuscht worden seyn. Dieser hatte nemlich seine Tracheen beschrieben, als gebildet durch ein in Spiralwindungen gelegtes Band, welches genauer betrachtet, aus schuppenartigen Theilen zusammengesetzt erscheine (L. c. I. 31.). Dieser Ansicht über Malpighi's Vorstellungsart ist auch Reichel (De vas. pl. spiral. 11.) beygetreten. Ohne diesem jedoch widersprechen zu wollen, bemerke ich, dass auch

Digitized by Google

Mirbel (Elemens t. X.) und Decandolle die Spiralfiber als ein Band dargestellt haben, dessen Ränder nach Mirbel etwas verdickt sind. Auch habe ich an einigen Spiralfibern der Gichtrübe und Gurken wirklich ein solches bandförmiges Ansehen wahrgenommen, so wie Kieser (A. a. O. 109.) an denen von Arundo Donanax. Was aber die schuppige Zusammensetzung betrifft, dergleichen Malpighi an der bandartigen Fiber sah, so dürfte er entweder gewisse Formen von gestreiften Gefässen, die sich unvollkommen abrollen (Sprng. Anl. III. Taf. 1. Fig. 6. c. M. Schrift: vom Bau Taf. 1. Fig. 15.) vor sich gehabt haben, oder Spiralfibern im trockenen Zustande. Dann nemlich bilden sich abwechselnd hellere und dunklere Stellen, die beym Befeuchten wieder verschwinden, wie ich an den Spiralgefässen der rothen Rüben-Stengel wahrgenommen habe.

§. 52.

Eigenschaften der Spiralfiber.

Link ist der Ansicht Malpighi's von einem schraubenförmigen Bande getreu geblieben, aber mit der Nebenbestimmung, dass dieses nach Aussen convex, nach Innen in gleichem Maasse concav seyn soll, damit in dieser Concavität, wie in einer Rinne, der Saft aufsteigen könne (Grundl. 48. 49.). Später jedoch (Elem. 92. und Ann. d. Sc. nat. 1831). hat er diese Vorstellungsart mit der von Hedwig vertauscht Dieser hält die Spiralfiber für hohl (De fibr. veg. et anim. ortu. 19.), weil bey künstlichen Anfüllungen der Gefässe mit gefärbten Flüssigkeiten sie allein gefärbt erscheinen, nicht aber der innere, durch die Spiralwindungen gebildete, Canal. Dieser soll mit Luft gefüllt seyn und vermöge dessen nennt H. das ganze Gefäss ein Luft und Saft führendes (vas pneumato-chymiferum). Mehrere, vornemlich Bernhardi (Ueb. Pflanz. Gefässe) und Rudolphi (Anat. d. Pfl. §. 135.) haben diese Meynung bestritten. Es ist wahr, beym Ausspülen von Gefässen, in welche man farbiges Wasser hat steigen lassen, bleibt die Spiralfiber gefärbt: aber aus dem nemlichen Grunde, aus welchem auch häutige, gefässlose Theile, z. B. die Oberhaut, in solchen Fällen gefärbt bleiben. Das Pig-

Digitized by Google

ment fährt fort, der Oberfläche hartnäckig anzuhängen, ohne auf irgend eine Weise eingedrungen zu seyn. Link hat den Hedwigschen Gründen noch einige hinzugefügt, nemlich: weil der Durchmesser der Spiralfiber häufig dem der fibrösen Röhren nicht nachstehe, von denen zugegeben werde, dass sie eine Höhle enthalten, worin sich eine Flüssigkeit befinde und dann: dass die Spiralfiber unter dem Microscope stets mit dunkeln Rändern erscheine, wie hohle Theile zu thun pflegten. Dem ersten dieser Argumente könnte man die Berechnungen entgegensetzen, welche Kieser (A. a. O. 110.) von der Dicke der Spiralfaser, Slack (A. a. O. 201.) vom Durchmesser der fibrösen Röhren gegeben haben und die einen bedeutenden Unterschied zeigen; der auch dem Beobachter unverkennbar ist, wenn auf solche Rechnungen überhaupt viel Gewicht zu legen wäre. Bedeutender ist, dass man die Höhle auch an den dicksten Spiralfibern niemals gewahr wird (Kieser a. a. O. Taf. III. F. 29.), die doch an den fibrösen Röhren sich immer erkennen lässt. Und was den dunkeln Seitenrand betrifft, so zeigt er sich an allen durchsichtigen gerundeten Theilen, z. B. an einem Wassertropfen, ohne dass man daraus auf eine Centralhöhle zu schliessen berechtiget wäre. Auch Viviani (Strutt. org. elem. plant. 126—131.) hat sich Mühe gegeben, die Hedwigsche Meynung von der röhrigen Natur der Spiralfiber und vom Aufsteigen der Nahrungsflüssigkeit in diesem Canal, durch Versuche zu unterstützen: allein diese sind eine blosse Vervielfältigung derer, welche der Ansicht Hedwigs zum Grunde liegen. Ohne daher die Höhle entschieden zu läugnen, muss man die angeführten Gründe unzureichend für eine solche Annahme halten. Die Spiralfiber ist ferner in der Regel einfach: aber schon Mirbel und Bernhardi bemerkten, dass sie im Verlaufe sich manchmal theile, indem die Zweige entweder sich nachmals wiederum vereinigen, oder abermals spalten. Das Nemliche habe ich an Cotyledon orbiculata, Rumex aquaticus und andern Gewächsen, Moldenhawer an den Spiralgefässen der Mayspflanze (Beytr. 245. T. I. F. 5.), Meyen an denen des Pisang und der Urania (Phytot. 221. T. XII. F. 3. 4.) beobachtet. Es ist dieses die erste Annäherung an den Bau

Digitized by Google

der gestreiften Gefässe, sofern durch Theilung und Wiedervereinigung der Fiber Spalten gebildet werden, dergleichen die Streifen scheinen. — Endlich ist noch eine merkwürdige Eigenschaft der Spiralfiber zu erwähnen, die Elasticität derselben. Wie die Windungen einer Uhrfeder, wenn man sie auseinander gezogen, bey aufhörendem Zuge in ihre vorige Lage zurückkehren: so auch, wiewohl begreiflicher Weise mit sehr geringer Kraft, die Windungen der Spiralfiber. Schon mit blossem Auge wird man dieses an den, dem Spinngewebe an Feinheit gleichen Fäden, wodurch an einer behutsam durchbrochenen Blattrippe die Enden verbunden bleiben, gewahr, wenn man diese langsam von einander entfernt und wiederum einander nähert (Grew a. a. O. T. 51. 52.). Eine Wirkung dieser Elasticität ist es auch, was Malpighi (L. c. 3.) an zerrissenen und gelösten Portionen von Spiralgefässen bemerkte, nemlich eine „gleichsam peristaltische Bewegung," die zuweilen eine geraume Zeit fortdauerte. Denn durch Anhauchen überzeugt man sich, dass solche bloss von dem abwechselnden Feuchtwerden und Trocknen der Fiber herrühre (Meyen a. a. O. 220.). Ueberhaupt zeigt die Elasticität sich nur an den Spiralgefässen, so lange die Pflanzentheile noch saftvoll sind, nicht wenn sie bereits trocken geworden und man muss sie daher benetzen, wenn man jene Wirkung wieder hervorrufen will (Moldenh. de vas. pl. 23.).

§. 53.

Ihre Windungen.

Die Fiber steigt in gleichförmigen Spiralwindungen in die Höhe: man ist nicht einig, in welcher Richtung dieses geschehe, ob von der Linken zur Rechten, oder von der Rechten zur Linken. Nach Grew's Angaben (L. c. 74.) geschieht es in der Wurzel von Westen durch Süden gegen Osten, im Stamme von Osten durch Süden nach Westen und so habe ich es auch im Stengel von Brassica oleracea und Nicotiana glauca, so wie im Blattstiele von Cynara Scolymus, durchgängig wahrgenommen. Kieser (§. 271.) glaubt, dass beyde Richtungen ohne weiteren Bezug vorkommen, wie es rechtsgewundene und linksgewundene Pflanzen gebe. Link will solche sogar

Digitized by Google

(Grundl. 52.) an einem und dem nemlichen Gefässbündel wahrgenommen haben. Henry Slack beobachtete nur Windungen von der Rechten zur Linken: wo man aber beyde Richtungen in dem nemlichen Gefässe zu bemerken geglaubt, sey es geschehen, weil beyde Oberflächen desselben, die obere, wie die untere, sich im Brennpuncte des Microscops befanden (A. a. O. 97.). Auch Kieser glaubt (A. a. O. §. 269. Anm.), die Meynung von einem Kreuzen der Spiralfibern eines Gefässes auf diese Art entstanden. Es ist daher anzunehmen, dass an der nemlichen Röhre immer nur eine Art von Windung der Fibern vorkomme. In die Augen fallend aber ist, wie sehr diese Windungen in Weite und Lage eine vollkommene Gleichförmigkeit beobachten und wie sie daher, aneinander liegend oder doch einander sehr genähert, eine Röhre darstellen. Den Process, wodurch dieses geschieht, vergleicht daher Grew sehr passend mit dem, wie wenn man einen Stab mit einem spiralförmig gelegten Bande umwindet und dann den Stab herauszieht (A. a. O. 117.). Grew nimmt hiebey an, dass die Ränder der Windungen sich überall berühren und in der That ist dieses die häufigste Art des Vorkommens. Nicht selten aber sind die Windungen mehr oder weniger entfernt von einander und man kann sich leicht vorstellen, wie dieses entstehen müsse durch das, beym Präpariren eines Schnittes für das Microscop unvermeidliche Zerren der Theile. Allein Hedwig will Fälle beobachtet haben (Fund. am. hist. nat. musc. I. 56. t. 2. f. 9. c. d.), wo es in der Bildung der Theile selber liegt, und dergleichen habe ich auch häufig in krautartigen Stengeln schnellwüchsiger Dicotyledonen, und zwar vorzugsweise an Spiralgefässen von kleinerem Durchmesser, wahrgenommen. In jedem Falle entfernen die Windungen durch das Zerren sich mit Leichtigkeit von einander und dieses beweiset, dass auch, wo sie sich berühren, kein solcher Zusammenhang unter ihnen Statt finde, wie Malpighi ihn statuirte. Eben dieses erhellet aus der völligen Reinheit, womit man die Ränder der Windungen solcher aneinander gezogenen Spiralgefässe siehet: indem man eine Zerreissung entweder an den Windungen selber oder die Ueberbleibsel des Verbindungsmittels wahrnehmen müsste,

Digitized by Google

wenn ein solcher Zusammenhang Statt fände, was doch niemals der Fall ist. Ueber die Abwesenheit desselben sind daher die Beobachter von Grew bis auf Kieser, der darauf vorzüglich besteht (A. a. O. §. 70.), einig.

§. 54.

Bekleidung der Windungen.

Bey dieser Abwesenheit eines Verbindungsmittels zwischen den Windungen scheint eine innere, oder eine äussere Bekleidung des Spiralgefässes erforderlich, um jene, bey der Zartheit der Fiber und bey der Länge der Röhre, in ihrer Lage zu erhalten. Einige haben das Erste, Andere das Andere annehmlicher gefunden. Hedwig freute sich, eine cylindrische häutige Röhre entdeckt zu haben, um welche die Spiralfiber sich winde. Er sah, wenn gefärbtes Wasser in Spiralgefässen mit entfernten Windungen aufgestiegen war, nur diese durch das Fluidum tingirt, nicht aber die röhrige Haut, so zwischen den Windungen sichtbar war. Diese bekam, nachdem sie trocken geworden, der Länge nach Runzeln und Falten, woraus man schliessen musste, dass ihre Verbindung mit dem sie umwindenden Spiralfaden sehr locker sey (Fundam. I. 56. t. 2. f. 9.). Kein anderer Beobachter vermochte diese Beobachtung, die doch nicht schwierig war, zu bestätigen und ich berufe mich auch auf eigene vielfache Erfahrungen. Zugleich liess die Form der Runzeln in der Abbildung von dieser Haut vermuthen, dass Hedwig verlängerte Zellen oder fibröse Röhren, so das Spiralgefäss allezeit begleiten, für eine solche angesehen und als innerhalb befindlich geglaubt habe, was eigentlich ausserhalb war. Diesem zu begegnen, löste J. P. Moldenhawer mit grosser Geschicklichkeit einzelne Spiralgefässe aus ihrer Umgebung ab oder befreyte sie durch Maceration von den umgebenden Theilen (Beytr. §. 54.). Dadurch überzeugte er sich vom Daseyn einer solchen Haut, wovon er mehrere Abbildungen beybrachte. Allein es scheint, dass derselbe hier keine Spiralgefässe vor Augen hatte, sondern gestreifte Gefässe, wo allerdings die Windungen theilweise verwachsen sind. Seine Vorstellung der Sache ist daher von der Hedwig'schen insofern wesentlich verschieden,

Digitized by Google

als die Haut hier nicht das Gefäss inwendig auskleidet, sondern zwischen den Windungen sich befindet: so dass sie diesen fest anhängt, was nach Hedwig nicht der Fall ist. In den spiralförmig gestreiften Zellen der Blätter des Torfmooses, worauf Moldenhawer provocirt, ist freilich eine Haut mit gewissen Fibern genau verwachsen: allein diese ganze Bildung gehört offenbar dem Zellgewebe an. Am wenigsten Werth möchte darauf zu legen seyn, dass es Moldenhawer gelang, eine Haut aus den Gefässen der Eiche, welche von der Form der Treppengänge und porösen Gefässe waren, herauszuziehen und zur chemischen Untersuchung zu bringen: denn dass diese Gefässarten manchmal ein zelliges Wesen enthalten, soll unten gezeigt werden. — Weit mehr für sich hat die Annahme einer äusseren Bekleidung der Spirale. Es liegen diese Gefässe, wie gezeigt worden, stets umgeben von verlängerten Zellen und aus Queerschnitten ergiebt sich, dass zwischen ihnen und der Fiber nicht der mindeste freye Raum bleibt. Sie müssen also die Wände der Höhle bilden, worin das Gefäss liegt und mit Recht hat Bernhardi in diesem Sinne eine äussere Bekleidung der Windungen durch die anstossenden verlängerten Zellen angenommen (Ueb. Pflz. Gefässe 40. 41.). Auch muss, wie bey allen sich berührenden Elementartheilen, so auch hier, ein Zusammenkleben Statt finden, jedoch ohne eigentliche Verwachsung. Mit Unrecht betrachten daher Grew, Reichel und J. P. Moldenhawer gewisse dunkle Fäden, die man häufig am Spiralgefässe herablaufen sieht, als zu denselben gehörig: es sind bloss die Verbindungslinien der Zellen, welche an diesen Puncten stärker anhängen. Durch die Gegenwart derselben beantwortet sich auch die von Bernhardi aufgeworfene Frage: ob ausser jener zelligen Umgebung noch eine besondere Haut, worin das Spiralgefäss stecke, vorhanden sey, mit Nein. Möglich, dass sie anfänglich da gewesen, und später verschwunden sey, aber am ausgebildeten Spiralgefässe bemerkt man sie nicht mehr. Davon ist jedoch zu unterscheiden die, mitunter ebenfalls schraubenförmige, Faser des Zellgewebes, sofern sie gegentheils niemals frey liegt, sondern immer in einer zellenförmigen Haut eingeschlossen, mit welcher sie innig verwachsen ist.

Digitized by Google

Mit Unrecht hat daher Henry Slack diesen, dem Zellgewebe angehörigen, Bau auf die Spiralgefässe überhaupt ausgedehnt haben wollen (A. a. O. 197.).

§. 55.

Einschnürungen, Lage, Endung der Spiralgefässe.

Ein Moment kommt bey der Bildung dieser Gefässe noch in Erwägung, wovon bey den andern Formen der Pflanzengefässe umständlicher die Rede seyn wird, nemlich die Einschnürungen derselben. Reichel, indem er davon (De vas. pl. spiral. fig. IV. VIII.) Darstellungen giebt, erklärt sich darüber in der Art (S. 13.): es seyen keinesweges Scheidewände, welche die Gefässhöhle an gewissen Stellen unterbrechen, sondern blosse Einschnürungen des Gefässes, welche sich durch einen dunklern Kreis, so wie durch ein Einwärtsbeugen beyder Gefässränder zu erkennen gäben. J. P. Moldenhawer erwähnt dieses Bau's ebenfalls, den er an den Spiralgefässen des Mays wahrgenommen (Beytr. Taf. I. F. 3. 5.). „Die grösseren Gefässe dieser Art (sagt er S. 245.) sind aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche mit einem Ringe anfangen und endigen." Andere neuere Beobachter haben diesen Bau bey dieser Gefässform keiner besondern Aufmerksamkeit gewürdigt: nur Bernhardi (A. a. O. 49.) läugnet denselben hier, indem er ihn bey den andern Gefässformen zugiebt und ich selber habe in einer frühern Schrift (Vom Bau 45.) mich zweifelnd darüber ausgedrückt. Aber im Blattstengel der grösseren Ampherarten, des Rumex aquaticus, R. Patientia, R. alpinus, lässt die Sache keinen Zweifel zu. Die Bastbündel bestehen hier, ausser den Fasern, bloss aus grösseren und kleineren Spiralgefässen, deren sehr elastische Fibern sich leicht und ohne Zerreissung abwickeln lassen. Die grössten dieser Gefässe nun zeigen, wenn die Windungen noch ganz in der ursprünglichen Lage sind, in unbestimmten, aber immer beträchtlichen Entfernungen von einander, deutliche Einschnürungen in Verbindung mit einem dunklen einfachen oder doppelten Queerstriche, welcher zuweilen eine horizontale, zuweilen eine schiefe Lage beobachtet. Dass zugleich die Spiralfiber hier zwey geschlossene Ringe bilde, wie Molden-

Digitized by Google

hawer angiebt, darüber habe ich keine Erfahrungen: indessen ist es wegen mancher andern Umstände sehr wahrscheinlich. Was die Lage der Spiralgefässe betrifft: so findet man solche nur in einer weichen Fasermasse eingeschlossen, die niemals die Härte des Holzes erlangt, wie die, worin die Gefässe von den nächst zu beschreibenden Formen liegen. Es sind daher die Gefässe, welche man in den noch weichen Spitzen der Schösslinge, ferner die man um das Mark, in den Blattvenen, in den Blüthstielen u. s. w. antrifft, immer von der Natur der Spiralgefässe. „Wir finden, sagt J. P. Moldenhawer (Beytr. 242.) die wahren Spiralgefässe, welche bey der ersten Entwickelung des Zweiges allein vorhanden sind, beständig von zärteren Umgebungen: erst später bilden sich in den später erzeugten festeren Umgebungen Treppengänge und poröse Röhren. Es scheint also, dass der Bau der Spiralgefässe mit der Consistenz der Umgebungen in Verbindung stehe und bey zärteren Umgebungen die Form der Ringgefässe und wahren Spiralgefässe angemessener ist, dagegen bey festeren eine andere Form nothwendig wird.“ — Was endlich die Endungen der Spiralgefässe anlangt, so glaubt Kieser solche an den Blumenkronen in der Art bemerkt zu haben: dass sie einzeln in einer geringen Entfernung vom Blattrande plötzlich aufhören, wobey die Spiralfaser sich umlegt und das Gefäss einen etwas zugespitzten blinden Sack bildet (A. a. O. §. 252 Taf. VI. Fig. 60. 61.). Ich habe Aehnliches in der Rindensubstanz des Griffels, da wo sie unmittelbar unter der Narbe sich endigt, nicht wahrgenommen: im Gegentheile verdickten die Spiralgefässe, nachdem sie zuvor immer feiner geworden, sich am Ende wieder kolbenförmig; auch war ich hier nicht mehr im Stande, eine zusammenhängende Spiralfaser an ihnen darzustellen (Zeitschr. f. Physiol. IV.). In den Blumenblättern hingegen, z. B. von Cerastium collinum, war, die mangelnden Anastomosen abgerechnet, die Endigung ganz in der Art, wie Kieser sie schildert.

§. 56.

Gestreifte Gefässe.

Die zweyte Hauptart von Pflanzengefässen sind die gestrei-

Digitized by Google

ten (vasa striata, vaisseaux rayés). Darunter verstehe ich mit Decandolle Gefässe mit regelmässigen parallelen Queerstreifen. Die älteren Anatomen unterscheiden sie nicht, wiewohl Leuwenhoek einige Formen derselben abgebildet hat. Mirbel scheint sie zuerst unterschieden zu haben: er nannte sie falsche Spiralgefässe und dieser Benennung habe ich mich bey früherer Gelegenheit auch bedient, um Gefässe zu bezeichnen, die bey einem Uebereinkommen in der äussern Form mit Spiralgefässen, doch durch die Abwesenheit einer zusammenhängenden elastischen Spiralfiber characterisirt sind. Allein gerade die äussere Uebereinstimmung mit Spiralgefässen fehlt vielen und selbst den gewöhnlichsten Formen derselben. Solche Formen, nemlich mit kurzen, reihenweise über einander liegenden Queerstreifen nannte Sprengel Treppengänge (meatus scalares): aber auch diese Benennung drückt zu wenig aus. Eben so geeignet Misverständnisse zu veranlassen ist Kiesers Benennung von netzförmigen Gefässen (vasa reticulata). Er versteht nemlich Gefässe darunter mit spiralen Fasern, die durch Zwischenäste mit einander zu einem netzförmigen Gewebe vereinigt sind, und nennt die Species synonym mit Mirbels falschen Tracheen und Sprengels Treppengängen (A. a. O. §. 287.), was auch die hinzugefügten Abbildungen bestätigen. Dessenungeachtet unterscheidet Decandolle (Organ. I.), welchem Meyen gefolgt ist, von seinen gestreiften Gefässen, welches Mirbels falsche Tracheen seyn sollen, die netzförmigen Kiesers. Man sieht jedoch nicht ein, worin der Unterschied liege, als etwa in einem Mehr oder Weniger, indem die netzförmigen Gefasse von den Spiralgefässen weniger, als die andern, entfernt zu seyn scheinen. Andererseits beschränkt Decandolle in Anwendung der Benennung von gestreiften Gefässen sie bloss auf solche, wo die Queerstreifen die ganze Breite der Röhre einnehmen, daher er sie an einem andern Orte Ringgefässe nennt, während die mit kurzen und abgesetzten Queerstrichen, von ihm den punctirten Gefässen zugezählt werden. Allein der Begriff gewinnt, wie mir scheint, an Bestimmtheit, wenn man gestreifte Gefässe alle solche nennt, die Queerstreifen haben, mögen sie nun die ganze Breite des Gefässes einnehmen

Digitized by Google

oder kurz und abgesetzt seyn: zugleich ist dieser Name von der Vorstellung, die man sich über ihren Bau machen möchte, unabhängig.

§. 57.

Ihre Abänderungen.

Die gestreiften Gefässe zeigen, wie aus dem Gesagten schon erhellet, in ihrer allgemeinen Form vielfache Abänderungen, welche von der Art sind, dass sie die ganze Species einerseits in die Spiralgefässe, andrerseits in die dritte Art von Pflanzengefässen, nemlich die punctirten, übergehen machen. Wollte man alle diese, nach dem Vorschlage einiger Physiologen, als besondere Arten betrachten, so würde der Theilung kein Ende werden, da die Formen so in einander verlaufen, dass selten eine Gränze sich angeben lässt. Nur die vornehmsten sollen hier deshalb, als Abänderungen des allgemeinen gestreiften Baues, erwogen werden. A) Geschlossene Ringe von gleicher Weite und Form, die regelmässig und ziemlich wagerecht übereinander gestellt sind, bilden das Gefäss, welches, im Falle die Ringe dicht an einander liegen, wie ein Spiralgefäss aussieht. Häufig aber sind die Ringe durch Zwischenräume getrennt und in gleiche oder ungleiche Entfernungen von einander gestellt, zuweilen beobachten auch einzelne von ihnen eine schiefe Lage und alles dieses scheint nicht Folge einer durch das Präpariren entstandenen Unordnung, sondern ursprüngliche Bildung zu seyn. C. Sprengel scheint zuerst diese Form im Halme von schnellwachsenden Gräsern bemerkt zu haben (Babel de Gram. fabrica 22. f. 2. b.) und er nannte sie machinae echmatoideae, indem er sie aus Spiralgefässen entstanden glaubte, deren Windungen in Folge des raschen Wachsthums sich getrennt und in Ringe (circelli) gebildet hätten, eine Ansicht, deren Unrichtigkeit Moldenhawer gezeigt hat (Beytr. 195.) Bernhardi aber hat sie am besten kennen gelehrt, indem er sie im Mays, Kürbis, der Balsaminen fand, und Ringgefässe nannte (Ueb. Pfl. Gefässe und eine neue Form derselben). Ich habe sie im Lolch, den Rohrarten, dem Kartoffelkraute, Wasserampher beobachtet; Meyen in Urania, Cactus cylindricu

Digitized by Google

u. s. w.: es läset daher über die Art ihres Vorkommens nach den Gewächsfamilien sich keine Regel angeben. In Arundo Donax, wenn die Halme etwa einen Fuss hoch aus der Erde waren, fand ich keine anderen Gefässe als diese. Die Ringe lagen durch einen Zwischenraum, etwa so breit, als sie selber, getrennt und die Fiber, woraus sie gebildet, war deutlich von Aussen vertieft. — B) Das gestreifte Gefäss besteht aus queerliegenden Reifen, welche die ganze Breite desselben einnehmen und nur an der den Markstrahlen zugekehrten Seite unter sich verbunden sind, so dass bey Ablösung des Gefässes die Windungen nicht als eine fortlaufende Spiralfiber zusammenhängen, sondern stückweise sich trennen. Diese Form habe ich vorzugsweise in weichen Holzarten, der Linde, dem Hollunder, dem Weinstocke, angetroffen. Decandolle scheint bey Anwendung der Benennung von gestreiften Gefässen sie vorzugsweise im Auge gehabt zu haben, und Moldenhawer hat davon (Beytr. Taf. V. Fig. 18.) eine gute Abbildung gegeben; wobey die besondere Erscheinung, dass, der Verwachsung ungeachtet, an einigen Stellen eine unvollkommne Abwicklung Statt gefunden hat. Die Ränder der verwachsenen Ringe sind, wie bey der ersterwähnten Form, oft auswärts gebogen, was Mirbel (Expos. Theo. veget. l. f. V. 3.) als einen Wulst (bourrelet) dargestellt hat.

§. 58.

Treppengefässe.

C) Das Gefäss ist mit queerliegendem kurzen und abgesetzten Strichen bezeichnet, die manchmal von gleicher Länge, zuweilen aber von verschiedener sind. Mohl glaubt bemerkt zu haben, dass die horizontale Ausdehnung der Streifen mit der Weite der umhergelagerten Zellen, fibrösen Röhren oder Gefässe in gewisser Beziehung stehe (De palm. structura §. 25). Indessen erinnert er selber, dass es Abweichungen von diesem Grundsatze gebe und man kann wohl nur im Allgemeinen aussprechen, dass die Länge der Streifen sich nach der Beschaffenheit der Umgebungen des Gefässes richte. An den gestreiften Gefässen des Weinstockes fand ich die gegen Mark und Rinde gekehrten Seiten mit Spalten, so

Digitized by Google

den grösseren Theil der Breite des Gefässes einnahmen, die den Markstrahlen zugewandte aber mit Tüpfeln besetzt: das Gegentheil bemerkte ich an den gestreiften Gefässen des Sassafraslorbeers. Moldenhawer will noch ein anderes Verhältniss bey der Linde beobachtet haben (Beytr. 279.) Wo aber die Queerstriche von gleicher Länge sind, liegen sie meistens in Längsreihen, durch einen in gleicher Richtung gehenden weissen Raum unterbrochen und diese Reihen laufen gemeiniglich grade am Gefässe herab, seltener spiralförmig und sie sind es, welche dieser Gefässform den Namen der machinae climacoideae (Babel l. c. 22. f. 2. c.) und Treppengänge erworben haben. Zuweilen spaltet sich die Haut mit Beybehaltung ihrer Queerstreifen, in ein spirales Band und lässt in dieser Gestalt eine unvollkommene Abwicklung zu; dergleichen scheint Malpighi die Idee einer aus Schuppen zusammengesetzten Lamina gegeben zu haben. Diese dritte Form der gestreiften Gefässe findet sich am häufigsten bey Monocotyledonen, besonders Palmen, so wie bey Farrenkräutern: doch auch bey Dicotyledonen, der Balsamine, der Spanischen Kresse, hat Kieser sie angetroffen. Was nun für ein Bau liegt diesen dunkeln Queerstrichen zum Grunde? Nach Bernhardi sind es Erhöhungen an der Wand des Gefässes. Ungefähr das Nemliche ist Meyens Ansicht: er hält sie für Ueberreste der, theilweise mit jener Haut, welche das ganze Gefäss umgeben soll, verwachsenen Spiralfiber, indem die Verwachsung durch die Unterbrechungen der Streifen angedeutet seyn soll. Andere halten die Streifen für Queerspalten, von diesen nenne ich nur Mirbel, Sprengel, Kieser; auch J. P. Moldenhawer gehört zu ihnen, wenn gleich nach dessen Ansicht nicht bloss die unterbrochenen Trennungslinien, sondern unter andern Umständen auch Theile der Spiralfiber, als die dunkleren Queerstreifen erscheinen sollen. An einem andern Orte habe ich die Gründe angegeben, welche, wie ich glaube, nöthigen, sie für Queerspalten anzuerkennen (V. Bau 51. 52.). Nicht selten erscheinen sie z. B. beym Weinstocke, etwas klaffend und dann in der Mitte breiter, gegen die Enden aber zugespitzt, welches nicht das Ansehen von Erhöhungen zu seyn pflegt. Besonders ist Gewicht

Digitized by Google

darauf zu legen, wie Risse der Haut sich hier darstellen, indem die Streifen sich dabey verbreitern, was nur Spalten thun können. Ueberhaupt aber dürften nur Zweifel bleiben, so lange man diese Gefässe unter Wasser betrachtet: denn ist die Haut trocken, folglich minder durchscheinend, als wenn feucht, so geben sich die nun breitergezogenen Spalten durch grössere Durchsichtigkeit sogleich kund. Mohl (a. a. O. §. 26.), wie er die Tüpfel und kleinen Kreise an den Zellenwänden für Vertiefungen hält, so auch die genannten Streifen: es seyen Löcher, die aber an der Aussenseite des Gefässes durch eine dünne Haut verschlossen seyen und er hat dieses an starkvergrösserten Längsdurchschnitten darzulegen gesucht (Taf. F. Fig. 9. n.) Wenn Link (Elem. 97.) mich den gestreiften Gefässen sowohl Spalten mit Mirbel, als Erhöhungen mit Bernhardi beylegen lässt: so ist dieses dahin zu berichtigen, dass ich die dunkleren Queerstriche allemal für Spalten anerkenne, zugleich aber nachzuweisen versuchte, wie Bernhardi dazu gekommen, diesen Gefässen Erhöhungen beyzulegen. Auch Mohl lässt irrthümlich (a. a. O.) mich die Streifen mit Bernhardi und Meyen für Erhabenheiten ansehen.

§. 59.

Fernere Unterschiede von den Spiralgefässen.

Ausser diesem Abweichenden im Bau, welches die gestreiften Gefässe gegen die Spiralgefässe beobachten, unterscheiden sie sich von ihnen noch in manchen andern Stücken. Sie haben durchgängig unverkennbare Verengerungen oder Articulationen, dergleichen bey den Spiralgefässen selten und unvollkommen beobachtet werden: am deutlichsten habe ich sie beym Weinstocke wahrgenommen. Mohl findet daher die gestreiften Gefässe bey den Palmen gebildet durch eine Reihe von übereinander gestellten Schläuchen; welcher Bau bey denen von einem grösseren Caliber, z. B. aus Calamus und Mauritia, sich schon mit blossem Auge bemerken lasse (L. c. §. 25.). Ferner sind sie im Allgemeinen von grösserer Weite, als die Spiralgefässe. Die grössten, welche man

Digitized by Google

lenne, sagt Decandolle, seyen die im Stengel von Ba
minen. In Calamus Draco fand Mohl ihren Durchmes
von 1/5 bis 1/7 Linie. Indessen finden sich grössere und kl
nere nicht nur in Einem und dem nemlichen Theile, sonde
auch im nemlichen Gefässbündel beysammen und zwar
bestimmten Stellen. So z. B. nehmen im Halme der grösser
Gräser und im Strunke der Palmen zwey grössere immer d
Seiten jedes Gefässbündels ein, während kleinere sich in de
Mitte des Bündels hintereinander befinden. Endlich auch
liegen die gestreiften Gefässe immer in einem härteren Faser
gewebe, als die Spiralgefässe, bey welchen diese Umgebung
sich mehr der zelligen Blattstengeln, in den Nerven der Blätter
in den krautartigen Natur nähert. Während man dahe
im Fruchtstiele u. s. w. von Linde und Weinstock, im Strunke
streiften im Splinte Blattstengel der Palmen, überhaupt
der Farrenkräuter, in Monocotyledonen vorzugs
in den härtern Faserbündeln (Grundz. §. 294.), dass sie
weise an. Kieser bemerkt
an der Wurzel häufiger seyen, als im Stamme und sich manch
mal daselbst nur allein vorfänden z. B. in den dicken Würzel
chen von Hedychium coronarium. Der nemliche Beobachte
läugnet, wie bey den Spiralgefässen, so auch hier, eine eigen
thümliche Haut, welche das Gefäss umgeben soll: mit Rech
sagt er, es seyen nur die Wände der umgebenden Zellen un
Fasern, welche eine solche zu bilden scheinen. Angenomme
wird sie dagegen von H. Slack und abgebildet (A. a. O. f. 26.
allein ich bin der Meynung, dass, wo dergleichen vorkomm
die Bildung nicht zu den Gefässen, sondern zum Zellengewe
gerechnet werden müsse.

§. 60.

Punctirte Gefässe.

Die punctirten Gefässe (vasa punctata) bilden die d
Art von Pflanzengefässen. Es sind solche, bey welchen
durchsichtige Wand mit häufigen dunkeln Puncten oder
nen durchsichtigen Kreisen besetzt ist. Viele Anatomen h
sie keiner Aufmerksamkeit gewürdiget, wiewohl schon

Digitized by Google

wenhoek sie abbildete (Opp. I. P. poster. t2. 20. III. 288. 464.). Mirbel, welcher sie zuerst unterschied, nennet sie poröse Gefässe, worin ihm Kieser und J. P. Moldenhawer gefolgt sind: dagegen haben Sprengel und Decandolle den Namen der punctirten (getüpfelten) Gefässe beybehalten, mit welchem ich geglaubt habe, sie am passendsten bezeichnen zu können, weil die Frage über die Natur dieser Tüpfel dabey nicht berücksichtigt ist (Vom inw. Bau. 57.). Uebrigens unterscheidet Decandolle sie nicht mit der gehörigen Genauigkeit von den gestreiften Gefässen (L. c. I. T. 1. F. 2. 5. 6.). Die Haut, welche ihre Wand bildet, da sie der Elasticität der Spiralfiber ermangelt, ist beym Ablösen des Gefässes gemeiniglich zusammengedrückt oder zerrissen und die Körper darauf stellen sich in verschiedener Grösse dar, nemlich bald als Puncte, wie im Holze von Eichen und Erlen, bald als kleine Kreise, wie im Weiden- und Pappelholze, bald als kleine Ovale oder Oblonge, welche der Queere nach liegen, wie in Aesculus macrostachya Mx. Zuweilen stehen sie sehr nahe beysammen, zuweilen entfernt von einander und die erste Form pflegt bey härteren Holzarten vorzukommen, wo auch die Puncte kleiner sind. Immer aber beobachten sie an dem nemlichen Gefässe die nemlichen Entfernungen von einander. In ihrer Stellung ist eine horizontale Anordnung, bald deutlicher, bald minder deutlich, wahrzunehmen. Nach Mohl's Beobachtung entsprechen sich, wo zwey Gefässe dieser Art an einander liegen, ihre Poren (so nennt er die Tüpfel) immer genau und treffen auf einander (Ueb. d. por. Gef. d. Dicotyl. in Münchn. acad. Abhdl. I. 453.). Damit ist jedoch unvereinbar, dass zwey neben einander liegende punctirte Gefässe zuweilen eine Verschiedenheit in der Stellung und Vertheilung ihrer Puncte zeigen. Schwer zu beantworten ist die Frage: ob diese dunkeln Puncte Erhöhungen, Vertiefungen oder Löcher seyen. Leuwenhoek, nachdem er sie an den Gefässen mehrerer Holzarten beobachtet, hielt sie für kleine kugelförmige Erhöhungen an denselben. Moldenhawer meynt zwar (Beytr. 277.) L. habe darin später seine Meynung geändert, in der Art, dass „es keine Kügelchen, sondern wirkliche runde Oeffnun-

Digitized by Google

gen seyen": allein in der angezogenen Stelle (III. 294. meiner Ausgabe) scheint L. bloss von den Röhren des Fichtenholzes zu sprechen. Diese Ansicht der Puncte, als sehr kleiner sphäroïdischer Erhabenheiten, habe ich ebenfalls zu vertheidigen gesucht (V. Bau 59. Beyträge 17.), so wie Link (Nachtr. II. 23.), der noch in seinen neuesten Aeusserungen über die genannte Gefässform dieser Ansicht treu geblieben ist. Die Puncte, sagt er, (Sur l. trachées d. pl. Ann. d. sc. nat. Juin. 1831.), seyen keineswegs Poren, sondern Portionen, der, theilweise zerfallenen und verwachsenen, Spiralfiber, noch kleiner, als man solche bey den falschen Tracheen wahrnehme. Auch Decandolle scheint sie für Hervorragungen an der Gefässwand zu halten, denen er eine drüsenartige Natur zuschreibt (Organ. I. 44.), desgleichen Meyen, indem er in Ansehung ihrer Entstehung sich an Link anschliesst (Phytotomie §. 291.). Dagegen halten Sprengel und Kieser sie für Löcher und Moldenhawer (Beytr. 281.) glaubt dieses sogar unumstösslich dargethan zu haben. Mirbel vereiniget auf gewisse Weise beyde Meynungen, indem er zwar Erhöhungen statuirt, aber im Mittelpuncte einer jeden derselben ein Loch findet, welches durch die Wand des Gefässes gehen soll. H. Mohl endlich glaubt nach seinen Beobachtungen diese zweifelhaften Bildungen für blosse dünne Stellen in der Wand des Gefässes erklären zu müssen (de Palm. structura §. 26.).

§. 61.

Beschaffenheit der Puncte.

Es ist schwer, durch Beobachtung etwas hierüber auszumachen, denn auch stärkere Vergrösserungen machen den Gegenstand nicht deutlicher. Löcher und Erhabenheiten zeigen sich an einem flachen durchsichtigen Körper auf gleiche Weise, nemlich mit einem Halbschatten, den im ersten Falle die innere Oberfläche der minder erhellten Oeffnung, im zweyten die äussere Oberfläche des Hervorragenden verursacht. Die ansitzenden Körper abzustreifen, um sich dadurch zu überzeugen, dass es dergleichen und nicht Löcher seyen, verbietet

Digitized by Google

ihre Kleinheit. Eben so wenig Belehrung giebt es, wenn man das Präparat kochen lässt oder der Einwirkung von einem ätzenden Kali oder einer Säure aussetzet, indem sie durch alles dieses nicht hinweggenommen werden (M. Beytr. 17.) Gleichwohl ist man dadurch keineswegs berechtiget, sie für Löcher zu halten. Jedoch sind hier zwey Fälle zu unterscheiden. Entweder hält man die kleinen Sphären oder Oblonge (unter welchen Formen jene bey starker Vergrösserung sich darstellen) in ihrem ganzen Umfange für Löcher, wie es die Meynung von Moldenhawer, Kieser und andern zu seyn scheint: und dann kann man sich dadurch vom Gegentheile überzeugen, dass man einen feinen Abschnitt einer Holzart, worin solche Gefässe vorkommen, während einer Nacht in Dinte legt, dann ausspühlt und nun in ganz reinem Wasser betrachtet. Wären nemlich die zweifelhaften Bildungen hier Löcher, so müssten sie sehr hell gegen die geschwärzte und wenig durchscheinende Gefässwand erscheinen, was aber keineswegs der Fall ist. Es können also nur Hervorragungen oder Vertiefungen an der Gefässwand seyn und ich halte das Erste für das Wahrscheinlichere, vermöge einer analogen Erscheinung an den gestreiften Gefässen, indem die Gefässwand um die Spalten derselben oft eine Erhebung, eine Ausbiegung hat, welche Mirbel für einen Wulst ansah. Auch erscheint diese häutige Wand mir in Queerschnitten, selbst noch bey starker Vergrösserung, zu dünn, als dass ich hier verdünnte Stellen, dergleichen Mohl an Zellen mit dicken Wänden bemerkte, hätte wahrzunehmen vermocht. In jedem Falle fragt es sich: ob, wenn die sphärischen oder oblongen Figuren durch eine Vertiefung der Gefässwand gebildet werden, nicht solcher eine Erhöhung an der entgegengesetzten Oberfläche der Wand correspondire. Oder man nimmt mit Mirbel, nach dessen späteren Erläuterungen seiner Meynung, eine Oeffnung an, welche bloss durch einen dunkeln Punct im Centrum der kleinen Kreise oder einen dunkeln Strich inmitten der kleinen Oblonge angedeutet ist. In den punctirten Röhren von Laurus Sassafras habe ich beyde gedachte Bildungen (M. Beytr. 19. Taf. II. F. 17.), und an denen von Calycanthus floridus die erste derselben mit Bestimmtheit wahrge-

Digitized by Google

nommen und dieses ist offenbar der Mirbelschen Ansicht, dass die Tüpfel Poren seyen, mit einem erhöheten Rande eingefasst, der nicht gerade eine Verdickung zu seyn braucht, günstig. An den getüpfelten Röhren anderer Holzarten konnte ich zwar diesen Centralpunct nicht bemerken. Allein Mohl (A. a. o. taf. III. f. 22. litt. a.) hat ihn auch in dem Eichenholze nachgewiesen und Amici vergleicht desshalb diese Bildung mit der von den Poren der Oberhaut (Ann. d. Sc. nat. II. 239.). Mohl nimmt an, dass jeder Porus auf eine Höhle zwischen der Gefässwand und ihrer Umgebung zuführe, von der er selber durch die verdünnte Gefässwand noch geschieden und die etwas grösser, als er selber, sey, so dass sie bey der Seitenansicht des Gefässes als ein Hof erscheine, der jeden Poren umgiebt (Ueb. d. por. Gef. d. Dicot. 453.). Diese Meynung hat, abgesehen von dem Bau der Poren selber, viel Wahrscheinliches.

§. 62.

Gegliederter Bau.

Eine Eigenthümlichkeit des Baues, welche bey den Spiralgefässen leicht übersehen werden kann und wovon deshalb bey deren Beschreibung nur mit Wenigem die Rede gewesen, der aber bey den gestreiften Gefässen schon mehr in die Augen fällt, stellt sich bey den punctirten Röhren am entschiedensten und deutlichsten dar, nemlich eine Gliederung, bewirkt durch Einschnürungen an gewissen Stellen, in Verbindung mit dunkleren oder helleren Queerstrichen, welche das Gefäss daselbst umgeben. Leuwenhoek hat zuerst diese Bildung an mehreren Holzarten richtig erkannt und davon Abbildungen gegeben (L. c. I. 20. f. 12. 13. III. 464. f. 11.): dann habe ich sie umständlicher erwogen und ihre Allgemeinheit bey der getüpfelten Gefässform zu zeigen versucht (V. inw. Bau 64. Beytr. 23.). Andere haben indessen andere Ansichten aufgestellt. Link (Grundlehren 60. Elem. Ph. bot. 100.) betrachtet diesen Bau, den er unvollkommen characterisirt, und mit einem unten zu erwägenden vermengt, als eine Falte, Beugung, Verschiebung, welche durch den

Digitized by Google

Druck der benachbarten Theile, den Andrang des wachsenden Zellgewebes u. s. w. bewirkt worden seyn soll. Sprengel (V. Bau 149.) erblickt darin schiefe Wände oder Fasern, welche an einzelnen Stellen über die getüpfelten Röhren sich legen und solche zusammenziehen. Eigenthümlich ist Kiesers Meynung (Grundz. §. 296. u. f.): er erklärt gedachten Bau, den er durch mehrere Abbildungen, besonders (Taf. IV. F. 40.) zu erläutern sucht, für Windungen einer Spiralfaser, die durch zunehmendes Alter des Pflanzentheils von einander entfernt und deren Zwischenräume mit einer punctirten oder porösen Membran ausgefüllt sind. Alle diese Meynungen haben mehr Hypothese, als Beobachtung, zur Grundlage und selbst die Voraussetzungen dabey sind unzulässig; was man beobachtet ist Folgendes. Das Gefäss ist in gewissen Entfernungen, welche in schnellwüchsigen Theilen grösser, als in langsamwachsenden, und in der Wurzel geringer, als im Stengel, sind, mit Einschnürungen versehen und seine Wandung zeigt daselbst einen schmalen, festen Queerstreifen, welcher nicht selten eine horizontale, meistens aber eine mehr oder minder geneigte Lage hat und stets, was wohl bemerkt werden muss, ringförmig in sich zurückkehrt. Er erscheint zuerst einfach, aber bey einer stärkeren Vergrösserung gedoppelt, in der Art, dass ihrer zwey noch schmälere dicht beysammen liegen, (Mohl de Palm. struct. tab. F. Fig. 9.) die auch wohl, wenn das Gefäss ausgedehnt worden, an einer oder andern Stelle klaffen. Moldenhawer beschreibt (Beytr. 188 u. folg.) diesen Bau, den er Taf. VI. Fig. 13. 14. dargestellt hat, so, dass er sagt: das Spiralgefäss habe in gewissen Entfernungen ein ringförmiges Band, woselbst es eingeschnürt sey: aus diesem Ringe entstehe die Spiralfiber einerseits und in dasselbe kehre sie andrerseits wieder zurück. Es wird dabey hinzugesetzt, dass dieser Bau bis dahin übersehen worden, den ich lange zuvor beschrieben hatte. Uebrigens könnte nach Lage dieser Ringfiber eine Scheidewand darin vermuthet werden, allein dergleichen ist gewöhnlicherweise nicht vorhanden (M. Beytr. 65.), und nur in einzelnen Fällen traf Mohl dergleichen an (Linnäa V. 598.). Häufig erhält das Gefäss durch sie eine schiefe und

Digitized by Google

selbst eine gewundene Richtung. Auch geben sie denselben ein Ansehen, wie wenn es aus Gliedern oder Stücken zusammengefügt wäre, die nicht nur an Länge, sondern auch im Queerdurchmesser verschieden sind. Dieser Bau ist so auffallend, dass er von den Beobachtern in Abbildungen ausgedrückt ist (Mirbel Elemens t. 14. f. 20. c. Id. Orig. du liber et d. bois; Mem. du Mus. XVI. t. 1. f. 12. 13. c.), auch wenn sie in ihren Beschreibungen keine Rechenschaft davon geben.

§. 63.

Sonstige Eigenschaften und Vorkommen.

Die schiefe Lage der Queerstriche, deren so eben Erwähnung geschehen, zeigt sich in der Regel nur, wenn man die Gefässe im Längsdurchschnitte betrachtet, die parallel mit der Oberfläche geführt sind. Durchschneiden hingegen solche die Oberfläche in einem rechten Winkel, indem sie durch den Mittelpunct des Markes gehen: so bildet jede Ringfiber begreiflicherweise einen in die Länge oder Breite gezogenen oder auch gleichrunden Kreis, indem der Beobachter wegen Durchsichtigkeit der Gefässhaut nicht gewahr wird, dass die eine Hälfte des Kreises ihm zugekehrt die andere von ihm abgewandt ist. Dieses veranlasste mich früher, den punctirten Gefässen Löcher von beträchtlicher Grösse zuzuschreiben, die sich an denjenigen Seiten derselben, welche den Insertionen zugekehrt befänden (V. Bau. 61. Beytr. 21.). Diesem wurde von Link (Grundl. 58.) und Sprengel (V. Bau 152.) widersprochen, die solche ohne hinlängliche eigene Untersuchung für eine Täuschung erklärten. Es sind, wie ich durch spätere Untersuchung mich versichert habe, die mehrgedachten Ringfasern der punctirten Gefässe, wie sie von der Seite betrachtet sich darstellen, und demnach keine eigene Bildung. — Vergleicht man die punctirten Gefässe unter einander, so sind sie zwar von verschiedener Weite und z. B. die an der inneren Gränze jedes Jahrringes stehenden immer weiter, als die an der äussern Gränze (Grew l. c. 116. §. 21.): allein mit den übrigen Gefässformen, besonders mit den Spiralgefässen verglichen, übertreffen sie in Einer und der nemlichen Pflanze und

Digitized by Google

in Einem und dem nemlichen Pflanzentheile betrachtet, dieselben an Weite immer bedeutend, so dass es als ein seltener Umstand zu betrachten ist, wenn Sprengel in Datura Tatula beyde Formen von gleicher Weite antraf (V. Bau 149.). Mohl fand sie und die gestreiften Gefässe in Palmen bis zur Weite von 1/5 Linie (L. c. §. 25.). Vermuthlich sind sie es auch, von denen Grew sagt, indem er von Luftgefässen redet: sie seyen im Spanischen Rohre so weit, dass man durch sie hin blasen könne, wenn das Stück auch 1 bis 1½ Elle lang sey und dass durch sie selbst das Licht ins Auge falle, wenn der Abschnitt nicht über eine Länge von ½ Fuss habe (L. c. p. 116. 107.). Denn wenn Sprengel (A. a. o. 135.) dagegen erinnert, dass diese von Grew angeführten Röhren des Spanischen Rohrs keine Gefässe seyen, sondern Höhlen von zusammengesetztem Zellgewebe, so finden sich doch dergleichen im spanischen Rohre (Grew l. c. t. 20. f. 1. A.) keinesweges. Endlich ist noch zu bemerken, dass die punctirten Röhren sich in den holzartigen Theilen der meisten Pflanzen antreffen lassen, es mögen solche nun vereinzelte Bündel bilden, oder in einen zusammenhängenden Ring vereinigt seyn. Man findet sie daher sowohl in krautartigen Gewächsen, an deren Faserbündeln sie unter den Gefässen den äussersten Platz einnehmen, als in Sträuchern und Bäumen, sie mögen eine härtere Holzmasse bilden, als Eiche, Weissbuche, Rothbuche, Rose, oder eine weichere, als Weide, Pappel, Hollunder u. s. w. Doch scheint es, dass sie in härteren Holzarten häufiger vorkommen, während in weichern die Gefässe mehr die Form der gestreiften annehmen, welches letzte auch überhaupt genommen von den Monocotyledonen und Farrenkräutern gilt.

§. 64.

Uebergänge der drey Gefässformen.

So verschieden die bisher geschilderten drey Formen von Pflanzengefässen in ihrer vollkommnen und isolirten Ausbildung erscheinen, will doch J. P. Moldenhawer einen Unterschied unter ihnen nur sehr bedingungsweise gelten lassen, indem er denselben nur in zufälligen Umständen ge-

Digitized by Google

gründet hält, nemlich in einer mehr oder minder fortgeschrittenen Verwachsung der Spiralwindungen durch auswendige Anlegung von Substanz, die dem Spiralgefässe selber fremdartig sey und durch Maceration leicht wieder entfernt werden könne. Allein theils beruhet dieses auf einer Ansicht, die erst eine nähere Erwägung verdient, theils würde, wenn es sich auch so verhielte, der Unterschied für den blossen Beobachter dadurch nicht aufgehoben werden. Andrerseits aber nimmt dieser, jemehr er beobachtet, desto mehr Mittelbildungen wahr, wodurch die genannten Formen nicht nur in einander, sondern auch theils zur zelligen Substanz, theils zum Fasergewebe übergehen. Vermöge ihres gegliederten Baues lassen sie sich ansehen als eine Längsreihe von Zellen, bald so breit als lang, bald sehr in die Länge gezogen, die mit den Enden entweder rechtwinklig oder, was das Häufigere ist, schief an einander gefügt sind: und da sie zugleich eine sehr verschiedene Weite haben, so kann es Körper geben, die fast mit gleichem Rechte dem Zellen- und Fasergewebe, als den Gefässen zugezählt werden können. In der gemeinen Mistel z. B. konnte Kieser (A. a. O. §. 348.) keine Gefässe irgend einer Art, sondern nur poröse Zellen finden. Ich finde hingegen im ältern Stamme dieses Gewächses sowohl Gefässe von der punctirten Art, als fibröse Röhren unter einander. Deutlich ist jedoch dieses nur auf Queerschnitten an der grössern Höhle der ersten im Vergleiche mit den punctförmigen der andern: hingegen an Längsschnitten sind beyde nur mit Mühe zu unterscheiden. Aehnliche Bemerkungen lassen sich bey Taxus baccata machen und überhaupt bey den Coniferen. Noch häufiger ist es, Gefässe anzutreffen, deren Bildung zwischen spiralen und gestreiften, oder zwischen diesen und den punctirten das Mittel hält: indem ein Spiralgefäss, dessen Windungen theilweise verwachsen, ein gestreiftes und dieses, wenn die Streifen sich möglichst verkürzen, ein punctirtes seyn wird. Kann aber ein Pflanzengefäss die von uns unterschiedenen dreyerley Formen an verschiedenen Puncten zeigen und z. B. hier ein Spiralgefäss, dort ein gestreiftes und an einer dritten Stelle ein punctirtes Gefäss seyn? Diese Frage wird von Mirbel (der solche Bildungen tubes

Digitized by Google

mixtes nennt) von J. P. Moldenhawer und Kieser bejahet, von Rudolphi, Amici, Dutrochet verneint und Decandolle ist geneigt auf die Seite der Letztern zu treten (Organogr. I. 50.): indem er die Annahme solcher Bildungen mehr durch Verwechselung neben einander liegender Röhren verschiedener Art entstanden glaubt, als für wirkliche Beobachtung hält. Diesem müsste auch beygepflichtet werden, wenn, um solches wahrzunehmen, man nach Mirbel das Gefäss einerseits bis in die Blätter und Blumen, andrerseits in die Wurzel zu verfolgen hätte. Allein dessen bedarf es nicht. Moldenhawer hat mit Hülfe von Maceration an der Mayspflanze dargethan, dass ein und das nemliche Gefäss, von einem Knoten des Stengels zum andern an verschiedenen Puncten beobachtet, in regelmässigem Wechsel Spiralgefäss, Ringgefäss, gestreiftes und punctirtes Gefäss sey. (Beytr. 185.). Noch leichter ist die Verbindung verschiedener Formen an den verschiedenen Seiten des nemlichen Gefässes zu beobachten. Beym Weinstock z. B. bemerkt man Streifen an den Gefässen auf der Seite des Marks und der Rinde, Tüpfel an den Seiten, die den Strahlenblättern zugekehrt sind und auch an den Gefässen der Linden ist diese Verschiedenheit in die Augen fallend (Mohl üb. d. por. Gef. d. Dicotyl. Taf. XXI. Fig. 2. 3.).

§. 65.

Verschlingungen der Gefässe.

Der gegliederte Bau besteht, wie gezeigt worden, in Zusammensetzung des Gefässes aus einer Reihe von Schläuchen, so an den Enden etwas verengert sind und daselbst eine Ringfiber haben, womit sie sich genau an einander fügen. Geschieht nun das Zusammenhängen seitlich, so muss dabey die Röhre sich krümmen und ist damit eine stärkere Einschnürung der Zusammenhangspuncte, so wie eine Verkürzung und minder regelmässige Verbindung der Schläuche verbunden, so entsteht derjenige Bau, den Mirbel als eine eigene Art von Gefässen hat betrachten wollen, die er rosenkranzförmige (vaisseaux en chapelet) nannte. Bernhardi schlug dafür die Benennung von halsbandförmigen Gefässen vor und

Digitized by Google

ich glaubte sie, in Erwägung ihrer gewundenen Form und des lockern Zusammenhanges ihrer Theile, am Besten als wurmförmige Körper bezeichnen zu können (V. i n w. Bau 69.). Spätere Schriftsteller haben sie von den gewöhnlichen Formen der Pflanzengefässe nicht gehörig unterschieden. So z. B. bezeichnet L i n k sie als Gefässe, welche mit queerlaufenden oder schiefen Strichen besetzt und daselbst öfters gebogen sind (E l e m. p h. bot. 69.), obwohl dieser Bau allen Pflanzengefässen überhaupt mehr oder minder zukommt, und in ähnlicher Art nennt D e c a n d o l l e sie (L. c. I. 44.) Gefässe mit Zusammenschnürungen in gewissen Entfernungen von einander. M o l d e n h a w e r bemerkt (B e y t r. 194.) dass sich von ihnen unmerkliche Uebergänge finden zu den gewöhnlichen geringeren Verengerungen, was zugegeben werden muss, ohne ein Grund gegen die Auszeichnung dieser auffallenden Form überhaupt zu seyn. Alle im Obigen beschriebenen Gefässbildungen können unter der Form der wurmförmigen Körper vorkommen. Sie gehen diese Veränderung, bey veränderten Umgebungen, dadurch ein, dass die Schläuche sich verkürzen, in lockerern Zusammenhang treten, sich krümmen und eine minder regelmässige Form annehmen: dabey pflegen die Streifen oder Puncte so gedrängt zu stehen, dass das Gefäss in dieser Form weit undurchsichtiger, als in der gewöhnlichen, erscheint. Das Vorkommen derselben ist weit verbreitet: man findet sie nemlich überall in solchen Pflanzentheilen, wo das Wachsthum in die Länge einen Stillstand macht, wodurch neue Theile entstehen; also z. B. in dicken und knolligen Wurzelstöcken (im Radies nach M o l d e n h a w e r), im festen Körper der Zwiebeln u. s. w. Besonders ist in den Knoten ihr Verhalten bemerkenswerth. Schon wenn die Gefässe sich ihm nähern lenken sie von dem geraden Laufe, den sie bis dahin beobachteten, etwas ab und werden von ungleicher Oberfläche. Sie krümmen sich, nähern sich einander und indem zwischen den benachbarten eine Menge Verbindungsglieder sichtbar werden, bildet sich ein Netz oder Flechtwerk aus, dessen Bestandtheile nur wurmförmige Körper sind. Dieses verliert sich, mit dem Knoten wieder und jenseits desselben daher setzen die Gefässe ihren graden Lauf wieder fort.

Digitized by Google

Moldenhawer vergleicht diesen Bau sehr passend einer lymphatischen Drüse (Beytr. 303.) und glaubt, es sey Zweck desselben, die Säfte der verschiedenen Gefässe des Vegetabile zu vermischen und Absonderungen Behufs der Bildung neuer Theile zu bewirken. Aber auch da findet man eine Auflösung der Gefässe in solche wurmförmige Körper, wo jede Verlängerung aufhört, z. B. an den verdickten Enden der kleinsten Gefässzweige des Farrenkrautlaubes (Verm. Sch. IV, Taf. 3 Fig. 4.), an der Spitze des Griffels unter der Ausbreitung der Narbe (Zeitschr. f. Physiol. IV. Taf. 9. Fig. 4.), am Grunde der Drüsen im Parenchym der Saftgewächse u. s. w. Hiernach lässt sich die Frage beantworten: ob diese wurmförmigen Körper sich in einander öffnen oder nicht: indem solche im Bejahungsfalle dem Gefässsysteme, im entgegengesetzten Falle dem Zellgewebe beygezählt werden müssten. Mirbel beantwortet sie verneinend und man muss gestehen, der Anschein und die unregelmässige Verbindungsart sind dieser Meynung günstig. Link und Moldenhawer hingegen finden einen innern Zusammenhang wahrscheinlich. Aber man muss hier, wie ich glaube, die Fälle unterscheiden. Wo die Gefässe sich mittelst solcher Körper netzförmig unter einander verbinden sind diese Netze, wenn auch vielleicht nicht in dem Grade, wie die Gefässe selber, doch unstreitig gangbar: denn die Knoten setzen dem Durchgange gefärbter Flüssigkeiten kein Hinderniss entgegen. Wo aber die Gefässe, indem sie in wurmförmige Körper übergehen, sich enden, sind diese mit vieler Wahrscheinlichkeit ohne innere Verbindung und bilden insofern den Uebergang von den Gefässen zum Zellgewebe, welches unter den Elementartheilen wiederum die am meisten elementarische Substanz ist.

§. 66.

Gefässe der Coniferen.

Eine besondere Erwähnung verdienen die Gefässe der Coniferen. Sie werden von Ad. Brongniart geläugnet, der den ganzen holzigen Theil aus verlängerten Zellen bestehend glaubt; nach Moldenhawer und Mohl hingegen machen Gefässe

Digitized by Google

allein, mit Ausschluss der fibrösen Röhren, die Holzmasse aus. Dieses deutet darauf, dass die Bildung hier zwischen den fibrösen Röhren oder Längszellen und den Gefässen das Mittel halten möge und so ist es. Die Holzmasse besteht parthieenweise aus Röhren von einerley Art und dieses scheint für die ganze Nadelholzfamilie so characteristisch zu seyn, dass man selbst ihre fossilen Ueberreste daran erkennt (H. Witham on fossil vegetables f. 1. 3. 4.). Sie kommen in ihrem geringen Durchmesser und in dem Verhältnisse ihrer Wände zu ihrer Höhle mit den Holzfibern, in der Figuration ihrer Wände aber mit den Gefässen überein. Auch findet man die dreyerley Formen derselben hier wieder. Von den Spiralgefässen der Nadelhölzer sey bloss erwähnt, dass sie hier sehr klein und sparsam sind, so dass man, ehe man sie erkannte, ihr Daseyn überhaupt läugnete. Auch die gestreiften Gefässe, welche in der gemeinen Kiefer den äusseren, mehr grünlich gefärbten Theil der Jahrringe bilden, zeichnen sich durch Kleinheit aus und die gedrängten schräglaufenden Striche, mit denen sie von aussen bezeichnet sind, waren Veranlassung, dass J. P. Moldenhawer sie für wirkliche Spiralgefässe gehalten mit sehr feinen getheilten Fibern (Beytr. 290. Taf. VI. Fig. 5. 6.). Auch in den Röhren, woraus der grössere Theil der Holzsubstanz vom Taxbaume besteht, muss man gestreifte Gefässe, deren Streifen schief oder spiralförmig an ihrer Wand verlaufen, wie ich glaube, anerkennen. Kieser hielt solche für Spiralfäden, welche innerhalb der Röhren eingeschlossen seyen (A. a. O. M. T. V. F. 47. 48.); Moldenhawer betrachtet sie als die Ränder eines spiralen Bandes von beträchtlicher Breite, welches die Wand selber bilde (Beytr. 291. T. VI. F. 7. 8.); Mohl wiederum für eine Spiralfiber, welche der Gefässwand aufs Innigste verbunden und von ihr unzertrennlich sey (Ueb. den Bau des Cycad. Stammes; Münchn. acad. Abhdl. X. 18. T. XVIII. F. 3. 5.). Mir ist es nie gelungen, eine solche Spiralfiber darzustellen: immer bildeten sich bey Zerreissung dieses Gefässes stückweise getrennte Queerbänder und es dünkt mich daher das passendste, dieselben der gestreiften Gefässform beyzugesellen.

Digitized by Google

§. 67.

Ihre punctirten Gefässe.

Mehr Aufmerksamkeit als die gestreiften Gefässe haben die besonderen Formen erregt, unter denen die punctirten Gefässe hier erscheinen. Wie jene den äussern, bilden diese den innern Theil jedes Jahrringes ausschliesslich und unterscheiden sich, im Queerdurchschnitte betrachtet, von ihnen durch dünnere Wände bey einer grössern Höhle, in der Länge angesehen aber durch eine oder zwey, selten mehr, daran herablaufende Reihen von sphärischen oder länglich-runden Organen, die auch noch im fossilen Zustande das Fichtengeschlecht characterisiren. Zuweilen kommen sie in Verbindung mit dem spiralförmig gestreiften Bau an einer und der nemlichen Art von Gefässen vor, wie beym Taxbaume (Mohl v. Cycadeenstamme Taf. XVIII. Fig. 3. u. 4.), wo sie zwischen den Streifen reihenweise stehen. Ueber die Natur dieser Organe haben die Beobachter sich nicht vereinigen können. Malpighi erkannte sie an den Holzröhren von Tannen und Cypressen für Erhabenheiten (tumores): er irrte aber, indem er sie auch auf der vorderen und hinteren Seite derselben statuirte, da sie doch nur an denjenigen beyden Seiten vorkommen, welche den Markstrahlen zugekehrt sind. Leuwenhoek bemerkte ihre Stellung richtiger, so wie er auch wahrnahm, dass sie von doppelter Art seyen. Da nemlich, wo Markstrahlen den Röhren anlagen, waren jene Körper kleiner und wurden von ihm für Löcher gehalten (L. c. III. 294. Fig. 5. C. B. G. H.); wo aber die Röhren unmittelbar einander berührten, waren jene grösser und erschienen als Kügelchen, in deren jedem Leuwenhoek einen glänzenden Flecken (macula lucida) wahrnahm (293. Fig. 5. C. D. E. F. G.). In meiner ersten Schrift (V. inw. Bau 160.) trat ich auf Malpighi's Seite und führte zu Gunsten dieser Meynung an, dass man die Verbindungslinien der Röhren von der Rinde oder vom Marke aus knotig sehe. Link theilte unter einem andren Ausdrucke ebenfalls Malpighi's Ansicht (Elem. 80. 81.). Moldenhawer nennt die Kügelchen von Leuwenhoek

Digitized by Google

Erhebungen der Gefässwand, in deren Mitte er eine runde Oeffnung findet: nicht minder erkennt er die Löcher des nemlichen Beobachters an (Beytr. 288. T. VI. F. 2. 3. 4.). Kieser stimmt mit Moldenhawer überein, doch drückt er sich, was die Oeffnung betrifft, zweifelhaft aus und er findet, dass solche zuweilen von doppelter Art sey (A. a. O. §. 338. 347.). Ad. Brongniart (Org. d. Cycadées; Ann. d. Sc. nat. XVI.) lässt nur eine Art von Körpern zu, nemlich die, von einer breiten Erhabenheit umgebenen, Poren Moldenhawers. Mohl erklärt diese für eine kreisförmige Lücke zwischen zwey Zellenwänden, verbunden mit einer Protuberanz derselben nach Innen und einer starken Verbindung der Mitte, welche als ein Loch erscheine, wovon jene Protuberanz den äussern Theil bilde (Von den Poren des Zellgew. 17.). Lindley hat sich wiederum bemüht zu zeigen (Introd. to bot. 16. T. 2. F. 7.), dass es Drüsen von einer besondern Gestalt seyen, welche den Seiten der Röhren ankleben; und er glaubt, sich versichert zu haben, dass die grossen runden Löcher, so man im Gewebe der Coniferen antrifft, dadurch entstehen, dass diese Drüsen abfallen oder abgestreift werden.

§. 68.

Besondere Erscheinungen der Puncte.

Neue Untersuchungen dieses Gegenstandes sind von mir an Pinus mit seinen Untergattungen, an Ephedra, Salisburia und mehreren Neuholländischen Nadelhölzern angestellt worden. Bey Salisburia, Dacrydium, Podocarpus nahm ich, so wie es bey Pinus die Regel ist, eine einfache Längsreihe von runden Körperchen an jeder Röhre wahr, bey Dammara und Araucaria regelmässig zwey und bey der fossilen Conifere aus dem Steinbruche von Craigleith in Schottland drey, vier und mehrere, welche die Gefässwand bedeckten, ohne einen Zwischenraum zu lassen. Den Bau derselben habe ich weit besser wahrzunehmen vermocht, wenn das Präparat trocken betrachtet wurde, als wenn es befeuchtet war. Dabey veränderten die räthselhaften kleineren Kreise ihre Form und Grösse durchaus nicht und dieser Umstand ist unstreitig der

Digitized by Google

Meynung, dass es Löcher seyen, nicht günstig. Um sie deutlich zu sehen musste ich, wenn die Wand des Gefässes im Focus der Linse war, diese etwas höher stellen; fiel einiges Licht seitwärts ein, so gaben sie einen Glanz von sich und hatten auf der andern Seite einen Schatten. Bey Salisburia zeichneten sie sich durch ein starkes Schimmern ins Gelbe von den farbelosen Röhren aus. Betrachtete ich endlich die damit besetzten Gefässe auf einem, parallel mit der Oberfläche geführten, Längsschnitte, so wichen die sich zunächst gelegenen Wände in gleichen Entfernungen, wie jene Organe sie beobachteten, etwas auseinander, wie wenn ein kleiner Körper dazwischen läge; was auch Mohl wahrgenommen, aber auf andere Weise erklärt hat. Alle diese Beobachtungen scheinen für die Ansicht, dass es kugelförmige Erhabenheiten seyen, zu sprechen. Wie es sich aber auch damit verhalten möge, so sind sie meistens mit einem kreisförmig begränzten Rande umgeben, der breiter oder schmäler, und zuweilen doppelt ist: dieser Kreis, der gewöhnlicherweise hell, manchmal aber auch dunkel erscheint, ist für eine Erhöhung der Gefässwand, verbunden mit einer entsprechenden Vertiefung derselben auf der Rückseite, mit grosser Wahrscheinlichkeit zu halten. Manchmal indessen fehlt dieser äussere Kreis und der sphäroidische Körper der Mitte ist allein vorhanden: manchmal fehlt dieser und nur der grössere helle Kreis ist sichtbar. Auf diese Weise mögen die verschiedenen Abbildungen von diesem Bau, die man bey den genannten Beobachtern findet, zwar treue Nachahmungen der Natur seyn: aber in der Deutung zeigt sich die Verschiedenheit der Meynungen. Wenn ich nur die sphäroidischen Mittelkörper darstellte, die ich mit Malpighi für Erhöhungen hielt: so nahm ich die kreisförmige Einfassung nicht wahr oder beachtete sie nicht (V. Bau T. II. F. 39.). Wenn Leuwenhoek zweyerley Körper erblickt, grössere, die er für Erhabenheiten, kleinere, die er für Löcher hält: so hat er die „macula lucida" in der Mitte der ersten zu wenig beachtet, die mit der zweyten Art Körper, von ihm Löcher genannt, ganz identisch ist. Wenn Moldenhawer die grösseren Kreise im Allgemeinen für Erhabenheiten, in ge-

Digitized by Google

wissen Fällen aber (A. a. O. 289. T. VI. f. 3.) für Oeffnungen erklärt, so sind dennoch beyde von ganz gleicher Art und wenn er die kleineren Kreise geradezu Löcher nennt, so stehen diese in gleicher Categorie mit der von ihm, auch ohne hinlänglichen Grund, für Löcher angegebenen Tüpfeln der punctirten Röhren überhaupt. Wenn ferner Kieser an den Röhren der Ephedra beydes, grosse und kleine Oeffnungen findet, so ist ihm entgangen, dass diese zuweilen in der Mitte von jenen vorkommen, also jene wenigstens nicht Oeffnungen seyn können. Es erhellet aus dem Bisherigen, dass die röhrigen Elementarorgane der Coniferen, die zuerst betrachtet von denen anderer holzartiger Gewächse sehr verschieden zu seyn scheinen, bey näherer Erwägung es nicht sind.

§. 69.

Verrichtungen der Gefässe.

Was endlich die Verrichtung der Pflanzengefässe betrifft, so macht die Verschiedenheit ihrer bisher beschriebenen Formen darin vielleicht einigen Unterschied. Es ist, der verschiedenen Art des Vorkommens halber, wahrscheinlich, dass solche in den Spiralgefässen am raschesten, in den kurzgegliederten Gefässformen (den wurmförmigen Körpern) am langsamsten vor sich gehe: allein die Natur derselben dürfte in allen die nemliche seyn und soll hier auch so betrachtet werden. Es sind über diese Verrichtung der Meynungen viele, die sich aber der Hauptsache nach auf fünf zurückführen lassen. M. Malpighi hielt die Pflanzengefässe, die er wie die analogen Spiralgefässe der Insecten, Tracheae nennt, für luftführend und er glaubt, es gehe die Luft, mit Wasser vermischt, durch die Wurzelspitzen aus der Erde in sie über (Anat. pl. I. 32.). Diese Ansicht war auch die meinige (V. Bau 102.). Bernhardi's Meynung (Ueb. Pfl. Gef. 46—50.) ist im Ganzen die nemliche, und auch Kieser hält jene Gefässe für Luftbehälter, indem er alle Saftbewegung in die Intercellulargänge versetzt (A. a. O. §. 261. 474.). Nach Grew's Meynung steigt der rohe Saft Frühjahrs im Holze, welches dann beym Einschneiden blutet, durch dessen Gefässe in die Höhe: allein sobald eine neue Rinde sich gebildet, hört

Digitized by Google

dieses auf, indem die Canäle der Rinde dann jenes Geschäft übernehmen, so dass die Gefässe zu allen Zeiten ausserhalb jenes Zeitraumes, blosse Luft führen sollen und daher auch von ihm Luftgefässe genannt werden (Anat. of pl. 125.). Dieser Ansicht ist, soweit sie die Thätigkeit der Gefässe betrifft, J. Hill beygetreten (Constr. of timber 23.); auch ich habe sie späterhin angenommen (Beytr. 35), indem ich es jedoch dahin gestellt seyn liess, ob diese Luft noch Saft in einem elastischen Zustande enthalte oder nicht. Reichel, H. Dan. Moldenhawer, Mirbel, Rudolphi, besonders darauf sich gründend, dass gefärbte Flüssigkeiten im Leben in diese Gefässe eintreten und sie anfüllen, halten solche bloss saftführend; auch J. Paul Moldenhawer hat, überhaupt genommen, diese Ansicht mit bedeutenden Gründen unterstützt: doch scheint er eine gleichzeitige Anwesenheit der Luft, wiewohl nur in sehr untergeordneter Art und für besondere Fälle, zuzulassen (Beytr. §. 84—95.). Hedwig hielt die Spiralgefässe, denn andere Formen der Pflanzengefässe waren ihm nicht bekannt, in der Art für saft- und luftführend zugleich, dass die, für hohl angenommene, Spiralfiber Saft, das von den Windungen derselben eingeschlossene Gefäss aber Luft führen sollte: daher er diese Gefässe luft-saftführende (vasa pneumato-chymifera) nannte. Ihm ist Link beygetreten (Elem. 109.), so wie Viviani (Strutt. org. elem. plant. 126.): allein es sind von ihnen keine neue Gründe zur Unterstützung dieser Meynung, die bereits von Rudolphi, Bernhardi, Moldenhawer, Sprengel und Andern bestritten wurde, beygebracht worden. Oken endlich hat die Meynung aufgestellt (Naturphilos. II. 50.) dass die Spiralgefässe und ihre Abänderungen etwas dem Nervensystem in der thierischen Oeconomie, Aehnliches seyen, nemlich das Lichtsystem der Pflanze und ihre Verrichtung dabey ein Polarisiren derselben, wie er sich ausdrückt. Sprengel hat in seinem Hauptwerke über den Pflanzenbau (V. Bau und Leben 175.) dieser Idee Beyfall gegeben. Indessen ist die letzterwähnte Meynung nur in historischer Hinsicht anzuführen, da sie keine Theilnahme unter den gleichzeitigen und späteren Naturforschern gefunden hat. Es frägt sich daher

Digitized by Google

nur: führen die Pflanzengefässe bloss Luft oder bloss tropfbare Flüssigkeit, oder führen sie beydes obwohl zu verschiedenen Zeiten?

§. 70.

Sie enthalten Luft.

Dass sie sowohl vereinzelt, als in grösseren oder kleineren Massen beysammen stehend, während eines bedeutenden Theiles ihrer Existenz keine tropfbare Flüssigkeit aus ihren Oeffnungen, wenn sie durchschnitten werden, ergiessen, bezeugen Beobachter wie Malpighi, Grew, Hill, Bernhardi; und selbst die, welche diesen Gefässen entschieden das Geschäft des Saftführens für den Vegetationsbedarf beylegen wie z. B. J. P. Moldenhawer, wagen doch nicht zu läugnen, dass sie zu gewissen Perioden leer seyen (A. a. O. 331.). Man braucht nur die Oeffnungen derselben, wo sie besonders gross und mit blossem Auge erkennbar sind, z. B. an Wurzel und Stengel vom Kürbis, gleich nach dem Durchschnitte zu betrachten, um sich davon zu überzeugen (Bernhardi a. a. O. 47.) und da dieser Versuch leicht anzustellen ist, so kann hier auf das Zeugniss eines Jeden, der nur selber zu untersuchen Lust hat, provocirt werden. Da aber die Luft alle ihrer Einwirkung blossgestellte permeable Theile durchdringt: so muss dieses auch von den Gefässen gelten und die genannten Beobachter, so wie Hedwig, Link, Kieser u. And. lassen daher Luft in denselben eingeschlossen seyn. Insbesondere hat L. W. Th. Bischoff sich Mühe gegeben, dasselbe durch Beobachtungen und Versuche zu zeigen (De vas. spir. struct. et funct.). Wenn man einen Pflanzentheil, welcher diese Röhren in vorzüglicher Menge und Grösse enthält, unter Wasser durchschneidet, siehet man Luftblasen so klein wie Sandkörner, aus den Oeffnungen derselben treten und der mögliche Einwurf, dass diese aus andern benachbarten zelligen oder faserigen Theilen entwickelt worden, lässt sich durch fortgesetzte Aufmerksamkeit, so wie durch Anwendung von Lauge und Beyhülfe eines gelinden Druckes der Pflanze, beseitigen (Bernhardi a. a. O. 46. Bischoff 50. 67.). Diese Anwesenheit der Luft

Digitized by Google

noch mehr zu zeigen hat Bischoff einen, bereits von Hales und Andern angestellten, Versuch mit, wie es scheint, grösserer Genauigkeit wiederholt, indem er das, unter Wasser abgeschnittene und gehaltene, Ende eines Stengels der Wirkung der Luftpumpe aussetzte, mit dem Erfolge, dass Ströme von Luftbläschen an bestimmten Stellen der Oberfläche, welche sich als die Oeffnungen von grossen Gefässen auswiesen, austraten (A. a. O. 12. und folg.). Besondere Erwähnung verdient auch ein darauf abzweckender Versuch von G. W. Focke (Diss. de respir. veg. 16.). Senkt man einen Pflanzentheil, welcher solche Gefässe enthält, als zu dieser Beobachtung geeignet sind, in Wasser, dessen Temperatur man allmählig erhöhet: so bildet sich an der Oeffnung eines grösseren Gefässes eine Blase, deren Sitz man mit bewaffnetem Auge leicht wahrnimmt. Sie vergrössert sich und tritt entweder endlich aus oder zieht sich, wenn man die Temperatur wieder vermindert, ins Gefäss wiederum zurück. Nicht minder wichtig für diese Angelegenheit ist das von mir beobachtete Factum (V. Bau 102.), dessen allgemeines Vorkommen auch Bischoff anerkennt (A. A. a. O. 54. 65.), dass man an dünnen Längsabschnitten des Holzes, wobey einige Gefässe unverletzt erhalten worden, unter Wasser allezeit Luftblasen in denselben eingeschlossen siehet, die sich allmählig verkleinern, indem sie sich gegen die Mitte des Abschnitts ziehen und endlich verschwinden vermöge des Wassers, welches in die durchschnittenen Gefässe an deren Enden eindringt und die enthaltene Luft nach und nach absorbirt. Nicht bloss gestreifte und punctirte Gefässe des Splints boten diese Erscheinung dar, sondern auch Spiralgefässe von krautartigen Stengeln, z. B. von Brassica oleracea acephala, im November bey noch völlig fortgehender Vegetation. Niemals habe ich Gefässe, wenn sie sogleich nach der Trennung von der übrigen Holzmasse von mir in der erwähnten Art untersucht wurden, anders als mit diesem Luftgehalt, wahrgenommen. Es ist Bischoff gelungen, soviel von dieser Luft zu sammeln, dass er sie einer Untersuchung mit dem Eudiometer unterwerfen konnte, wobey sie sich um ein Geringes reicher an Sauerstoff, als die atmosphärische, erwies. Focke hingegen,

Digitized by Google

da er solche vor Sonnenaufgang aus den Gefässen eines Kürbis gezogen hatte, fand sie nun reich an Kohlensäure, aber entblösst, wie es schien, von Sauerstoffgas (L. c. 20.)

§. 71.

Sie können auch tropfbare Flüssigkeiten aufnehmen.

Eben so wenig ist andrerseits zu läugnen: dass die grossen Gefässe tropfbare Flüssigkeiten aufnehmen können. Es ist, seitdem Sarrabat und Bonnet (Usag. d. feuill. §. XC.) zuerst den Versuch mit Erfolg gemacht, eine gemeine Erfahrung geworden, dass Stengel, krautartige wie holzige, wenn man sie mit dem untern Abschnitte in Wasser, so mit dem Safte von Heidelbeeren oder Phytolacca gefärbt worden, oder in ein Decoct von Röthe oder Fernambukholz gesetzt hat, die gefärbte Flüssigkeit in ihre faserig-röhrigen Theile aufnehmen. Es zeigen sich nemlich bald zahlreiche rothe oder blaue Streifen im Holzkörper oder in den Holzbündeln und G. C. Reichel ermittelte zuerst, dass es die Gefässe und keine andern Theile waren, so hier mit der gefärbten Flüssigkeit sich gefüllt hatten (De vass. pl. spiral.). Ist das obere Ende des Stengels, der zu diesem Versuche dient, gleichfalls abgeschnitten und man setzt den Versuch länger fort, so tritt die Flüssigkeit endlich aus den oberen Oeffnungen der Gefässe aus und bedeckt die Schnittfläche (Hales Stat. 45.). Ist das Subject des Versuchs ein mit Blättern und Blüthen versehener Stengel, so folgen die farbigen Streifen dem Laufe der Gefasse in den Blättern und Blumenblättern, in den Drüsen der fleischigen Blätter u. s. w. (V. inw. Bau 98. 99.). Endlich beschränkt sich die Färbung nicht bloss auf die Gefässe, sondern geht in das sie umgebende Zellen- und Fasergewebe über (Sprengel v. Bau 154.). Diese Wirkung aber erfolgt nur im lebenden Pflanzentheile, im todten hingegen nicht mehr, wenn gleich der Bau der Fasern- und Gefässmasse hier, mit dem von lebenden Theilen verglichen, nicht die mindeste Veränderung erlitten hat. Sie geht im jährigen Holze weit leichter, als im mehrjährigen, und in dem letztgenannten öfters gar nicht, vor sich (V. Bau 97. Moldenhawer 331.). Sie wird durch eine kalte Kellerluft auffallend zurückgehalten, so wie durch Wärme befördert,

Digitized by Google

Link Grundl. 70. Bernhardi 46.). Daraus folgt, dass sie keine Wirkung der Haarröhrenkraft seyn kann, sondern in der Lebenskraft der Gefässe selber gegründet seyn müsse. Auch wird das Aufsteigen nach Duhamels Beobachtung (Phys. d. arbr. II. 285.) durch ein angebrachtes Druckwerk auf keine Weise beschleuniget. Andererseits beobachten diese Gefässe keine Auswahl in dem, was sie aufnehmen. Wasser mit scharfen Substanzen gefärbt, welche den Tod des Gewächses schnell herbeyführen, wird mit der nemlichen Leichtigkeit aufgenommen, wie wenn es rein, oder durch milde Pflanzensäfte gefärbt ist. Duhamel und Bonnet haben bereits diese Erfahrung gemacht, indem sie sich der Dinte dabey bedienten und es befremdete den Erstgenannten, dass die Pflanzen auf diese Weise ein Gift zu sich nähmen (A. a. O. 291.). Ich habe mich zu gleichem Zwecke auch der Auflösung von Lackmus, von Carmin in verdünntem Salmiakgeist, von Kupfervitriol bedient (V. inw. Bau 97—100), Sprengel der Indigauflösung (V. Bau 153.), Link eines Galläpfeldecocts, abwechselnd mit einer Auflösung von Eisenvitriol (Nachtr. I. 32.), später aber, so wie auch Viviani (Strutt. 54.) einer Auflösung von blausaurem Kali, in Begleitung einer Eisenauflösung. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Aufnahme von Flüssigkeiten in die Gefässe der Pflanzen nach andern Gesetzen, als die Einziehung derselben durch das Zellgewebe, vor sich gehen müsse.

§. 72.

Dass sie es im Leben thun ist wahrscheinlich.

Können also lebende Pflanzengefässe unter die erwähnte Umstände versetzt, tropfbare Flüssigkeiten aufnehmen, so frägt es sich: In wiefern aus weiteren Beobachtungen zu schliessen, dass sie dieses wirklich an Ort und Stelle thun. Hiebey ist zuförderst zu erwägen, dass Pflanzen mit unverletzten Wurzeln in gefärbte Flüssigkeit gesetzt, nie etwas von dem Färbestoff aufnehmen (Sprengel v. Bau 166. Link Grundl. 72.); auch liegt die Ursache am Tage: weil die Gefässe sich niemals an der Oberfläche öffnen, sondern immer in ein Zellgewebe, welches zunächst diese Oberfläche,

Digitized by Google

die Wurzelspitzen u. s. w. bildet (Moldenhawer Beytr. 318.). Nur dann, wenn durch eine Verletzung oder durch Absterben dieses Ueberzugs die Oeffnungen der Gefässe blossgelegt sind, nehmen sie gefärbte Fluida auf und so ist es zu erklären, wie Bonnet (Us. d. Feuill. 244.) einen scheinbar entgegengesetzten Erfolg wahrnehmen konnte. Das Nemliche muss aus den nemlichen Gründen von allen scharfen Substanzen gesagt werden, womit das Wasser, welches man Wurzeln lebender Gewächse aufsaugen lässt, geschwängert ist und insofern hat auch der Versuch von Link, womit er darthun wollen, dass auch in der von ihrem Boden ungetrennten Pflanze die Spiralgefässe das ernährende Fluidum aufsaugen, wenig beweisende Kraft. Link stellte Töpfe mit vegetirenden Gewächsen, die wahrscheinlich wiederholt verpflanzt worden und also schwerlich unverletzte Wurzeln hatten, zuerst in eine Auflösung von blausaurem Eisenkali und nach einiger Zeit in eine von oxydirtem Schwefeleisen: worauf die Untersuchung zeigte, dass die Spiralgefässe mit einer blauen Farbe, welche bis in die Blätter gedrungen, imprägnirt waren (S. l. trachées d. pl. Ann. d. Sc. nat. 1831. Juin). Es wird nicht gesagt, wie die Pflanze sich bey diesem Versuche verhalten habe und eben so wenig, wie nach Anstellung desselben die Wurzelspitzen beschaffen gewesen, worauf doch Alles ankommt. Mein geschätzter College, Herr Prof. F. Nees von Esenbeck, hat diesen Versuch an ein paar ausgehobenen und in Töpfe verpflanzten Balsaminenpflänzchen wiederholt, mit dem Unterschiede, dass er nur etliche Gran blausaures Kali und schwefelsaures Eisen auf einige Unzen Wasser nahm. Der Erfolg aber war ein ganz anderer, als bey Link. Die Spiralgefässe waren ohne alle Färbung, in einigen aber deutlich Luft. Dagegen zeigte sich eine blaue Tingirung des Zellgewebes unter der Oberhaut, welche jedoch erst geraume Zeit, nachdem es zerschnitten und der Luft ausgesetzt gewesen, sich einstellte. Es berechtigen also überhaupt die obigen Versuche nicht zu dem Schlusse, dass wirklich die Gefässe, behufs der Ernährung, tropfbare Flüssigkeiten führen. Von etwas mehr Wichtigkeit ist der Umstand, dass der Holzkörper, worin doch, wie gezeigt werden soll, das Aufsteigen des Nah-

Digitized by Google

rungssaftes vor sich geht, bey den Coniferen ganz aus Gefässen besteht mit Ausschluss der fibrösen Röhren. Denn wollte man entgegnen, dass die saftführenden Röhren hier zwischen den beyden genannten Elementarorganen das Mittel halten, so würde doch dieses die Kraft des Arguments nicht schwächen. Auch verdient es eine Berücksichtigung, dass von den andern Elementartheilen keiner zu dieser Verrichtung geeignet ist. Denn will man solche z. B. dem Zellgewebe und insbesondere den Intercellulargängen mit Decandolle beylegen, in welchen die Saftbewegung, wenn sie überhaupt darin geschieht, jedenfalls sehr langsam vor sich gehen muss: so kann dieses die Schnelligkeit nicht erklären, womit in welke Pflanzen, nachdem sie an der Wurzel begossen worden, die Turgescenz zurückkehrt. Vielmehr scheinen die Gefässe, bey ihrer Capacität und ihrem graden Aufsteigen dazu allein geeignet.

§. 73.

Nicht aber ausgemacht gewiss.

Directer indessen würde der Beweiss für die Anwesenheit eines Saftes in den Gefässen geführt seyn, wenn sich Spuren von ihm oder er selber darin wahrnehmen liesse und auch an dergleichen fehlt es nicht. Schon Malpighi beobachtete in den Gefässen grösserer Art bey den Eichen und Kastanien (L. c. 27 F. 21. 23.), Leuwenhoek bey den Eichen (L. c. I. P. I. 12. F. 3. J—N.) gewisse Bläschen, die einen Theil der Höhle füllten. Eben dergleichen habe ich auch in den grossen punctirten Gefässen von Bryonia alba (V. in w. Bau 67. T. I. F. 14.), so wie Kieser im Kürbisstengel, in den Eichen und im Sassafraslorbeer wahrgenommen (A. a. O. 130. F. 36. 37. 41. 64.), in der Art, dass sie zuweilen ganz, zuweilen theilweise, die Höhle des Gefässes einnahmen. Auch von Moldenhawer wurden bey den meisten Farbehölzern beträchliche Anhäufungen eines Färbestoffs in den Spiralgefässen und bey den Eichen verschiedene Niederschläge an der inneren Haut derselben beobachtet (Beytr. 322.). Selbst dass neue Gefässe in der Höhle alter sich erzeugen können, will Viviani wahrgenommen haben (L. c. 109. T. IV. F. 4. T. V. F. 5.):

Digitized by Google

allein er scheint Gefässe dafür angesehen zu haben, die hinter einander lagen, denn keinem andern Beobachter ist etwas Aehnliches vorgekommen. Sey es also bloss zellige Substanz die man neuerzeugt sah, so setzt deren Bildung innerhalb der Gefässe die Gegenwart eines Saftes zu gewissen Zeiten augenscheinlich voraus. Aber auch ein wirkliches Ausströmen desselben aus Gefässen lebender Gewächse will J. P. Moldenhawer bemerkt haben, nemlich aus durchschnittenen Holzbündeln von Osmunda regalis, die ganz aus Spiralgefässen durch Zellstoff vereinigt, bestehen: ebenderselbe führt eine Beobachtung von seinem Bruder an, dass jedes gesunde Spiralgefäss, wenn es gedrückt werde, aus seinem Canal eine Feuchtigkeit fliessen lasse (Beytr. 33o.). Betrachtet man auch einige Holzarten zur Saftzeit z. B. Weinstock, Birke, auf Querabschnitten, so ist der Saft in solcher Menge darin enthalten und fliesst so schnell aus, dass man schwerlich glauben kann, die geräumige Höhle der Gefässe sey leer davon. Dutrochet hat dann ebenfalls beobachtet, dass er aus den lymphatischen Gefässen (denn so nennt er die grossen Pflanzengefässe überhaupt) komme, (Agent. immediat 13.); so wie, dass der Ausfluss in dem Augenblicke aufhörte, wo alle Verbindung des Stammes mit der Wurzel durch einen Hieb dicht über derselben aufgehoben ward. Diesem ist jedoch eine Beobachtung von Bernhardi entgegen (A. a. O. 45.), der die Gefässe an der Schnittfläche einer blutenden Weinrebe keine Flüssigkeit ergiessen sah; auch ist zu erwägen, dass die meisten Bäume kein solches Thränen, wie Wein, Birke, Hainbuche, zur Saftzeit darbieten und an ihnen so wenig als an krautartigen Pflanzen noch irgend ein Beobachter ein Ergiessen von Flüssigkeit aus den Gefässen wahrgenommen habe.

§. 74.

Vermuthungen darüber.

Wenn also einerseits gewiss ist, dass die Gefässe im Allgemeinen Luft enthalten, andererseits zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit sich bringen lässt, dass sie auch Saft führen, so müssen diese scheinbar streitenden Ver-

Digitized by Google

richtungen sich auf irgend eine Weise vereinigen lassen. Grew stellte sich vor, dass die Gefässe der Bäume vor Ausbruch der Blätter Saft enthalten, welches Geschäft nach erfolgter Bildung einer neuen Rindenlage die faserigen Röhren in derselben übernähmen, worauf denn jene sich mit Luft füllten. Nun ist es wahr, und Malpighi und J. Ray (Hist. pl. I. 9.) haben bereits diesen Versuch gemacht, der später von Vielen mit gleichem Erfolge wiederholt worden, man kann einem Baume oder Zweige vor Ausbruch der Blätter einen Ring der Rinde bis auf's Holz nehmen, ohne dass das Ausschlagen der Blätter, folglich das Aufsteigen des Saftes, gehindert wird. Auch wäre ein hinlänglicher Grund, weshalb der Saft zu den genannten Röhren überginge und die Spiralgefässe verliesse, dieser, weil jene bis zur Spitze des neuen Sprösslings reichen, diese aber nicht, was gegen einen Einwurf von Ray zu erinnern ist. Allein bedeutender ist, dass jene, welche Grew sich als ununterbrochene Canäle vorstellte, es nicht sind, sondern verschlossene Schläuche mit enger Höhle, also unfähig, eine Flüssigkeit schnell fortzutreiben. Naturgemässer ist es daher, anzunehmen, dass die Gefässe der neuen Splintlage in dem nemlichen Maasse, als sie gebildet werden, auch der Führung des Safts vorstehen, dessen der neue Schössling zur Ausbildung der Rinde, Blätter, Blumen, Früchte, zur Ausdunstung u. s. w. bedarf. Aber diese Gefässe geben dann, da die Thränzeit vorüber ist, auch bey thränenden Holzarten, keine Flüssigkeit von sich. Die neue Splintlage ist vielmehr nur feucht und weiter nichts, als dieses, bemerkt man zur Zeit des Saftaufsteigens am Holze von Bäumen, welche die Erscheinung des Blutens überhaupt nicht zeigen z. B. Weiden, Pappeln, Fichten, Rosskastanien, Eschen, Apfelbäumen u. s. w. Hier also kann nur angenommen werden, was Malpighi sich dachte: dass der Saft in Dunstform mit Luft vermischt in den Gefässen aufsteige. Zu dieser Meynung bekannte ich mich früher auch; später fand ich mich veranlasst, die zu grosse Allgemeinheit dieser Vorstellungsart einzuschränken (Beytr. 35.) und in dieser Beschränkung scheint sie mir noch immer die, welche die meiste Befriedigung, rücksichtlich aller Fragen, gewährt. Freylich darf man hier nicht

Digitized by Google

mit Sprengel an Dämpfe denken (V. Bau
dings zu ihrer Bildung und Erhaltung einer T
dürfen, welche die Pflanzen nicht besitzen = ab
dass die Atmosphäre auch bey niederer Tempera
vielem Wasser, welches nicht eher bemerkbar
unter geeigneten Umständen sich in tropfbarer
dichtet, beladen könne, unbeschadet ihrer Elastic
nicht die in den Pflanzengefässen befindliche L
Ursprung bey einer andern Gelegenheit untersuc
soll, in der nemlichen Art und ohne dass sie au
zu seyn, sich mit Wasser beladen? Dieses wird
zur tropfbaren Gestalt zurückkehren, wo eine st
sumtion davon und folglich ein Bedarf daran ist, n
den Endungen der Gefässe, womit sie in das Rin
Blattzellgewebe übergehen. Ich wüsste nicht, was s
diese Vorstellungsart aus theoretischen Gründen einwen
und, da sie mit den Erfahrungen am meisten übere
so dürfte sie des Nachdenkens und der weiteren Prü
sonnener Physiologen noch immer würdig seyn.

§. 75.

Vergleichung mit den Arterien.

Vergleichen wir endlich die röhrigen Elementa
der Pflanzen mit ähnlichen Bildungen des thierischen K
so zeigen sich hier mehrere, wenn gleich nicht eig
elementarische, doch sehr einfache Organe, welche eine
Vergleichung zulassen. Zuerst verdienen die Arterie
Erwägung. Sie sind mit Queerfibern versehen, sie ge
allen, auch den kleinsten belebten Theilen des Körpe
führen die ernährenden Flüssigkeiten in solche; sie
nach Fortbewegung derselben leer und dennoch unzusa
gefallen angetroffen; Eigenschaften, welche auch den
zengefässen, besonders den Spiralgefässen, zukommen
diesen unterscheiden sie dagegen sich mehr, als
ihnen übereinkommen, in der Art ihrer Verästelung,
ihrer Wände, im Mechanismus, womit sie ihren
Inhalt fortbewegen und in der Natur dieser Flüssig
Verhältniss zur Ernährung selber. Die Pflanzengefässe

Digitized by Google

in Bündeln und verästeln sich, indem diese Bündel sich theilen, nur auf eine scheinbare Weise: die Arterien dagegen bilden Stämme, welche sich verdünnen in dem Maasse, als sie sich in Zweige theilen. Besonders weicht der innere Bau der Arterien, genauer erwogen, von dem der Spiralgefässe ab. Von den drey Häuten, wodurch ihre Wand gebildet wird, sind die innere und äussere ein blosser verdichteter Zellstoff: bloss die mittlere zeigt eine oder mehrere Schichten queerliegender Muskelfasern (B. S. Albin. Ann. acad. IV. T. V. F. I.), welche nach Albinus (L. c. 52.) durch eine gelbliche Farbe, nach Rudolphi (Grundriss d. Phys. 88.) durch ein weisses Ansehen und eine platte härtliche Beschaffenheit, von denen der Fleischmuskeln sich unterscheiden. Sie umgeben weder das ganze Gefäss (B. S. Albin l. c.), noch laufen sie spiralförmig: durch beydes zeichnen sie sich von den Spiralfasern der Pflanzengefässe aus. Wie sehr endlich die Arterien von diesen in dem Mechanismus, womit sie ihre Flüssigkeiten forttreiben, so wie in der Natur dieser Flüssigkeiten selber sich entfernen, davon wird später die Rede seyn. Alles spricht dafür, dass die Pflanzengefässe eines solchen Mechanismus für ihre Function entbehren und dass ihr flüssiger Gehalt zwar den Organen zugeführt wird, aber nicht fähig ist, solche zu ernähren, ohne anderen Operationen zuvor unterworfen worden zu seyn.

§. 76.

Mit den Luftröhren der Insecten.

Mehr mit den Spiralgefässen kommen überein, wenigstens was den Bau betrifft, die Luftröhren, von Malpighi Tracheae genannt, welche sich bey den meisten Insecten finden. Es hat nemlich bey den Schmetterlingen, Käfern, Zweyflüglern, Netzflüglern u. s. w. der in Ringe getheilte Körper auf jeder Seite eine Reihe von Löchern (stigmata), so zwar, dass jeder Ring ein solches von ovaler Form auf jeder Seite besitzt. Jede dieser Oeffnungen, die beyden obersten blinden jeder Reihe abgerechnet, bildet die Seitenöffnung einer Röhre, welche auf dieser Seite längst dem Körper hinläuft und diese Oeffnung ist durch eine queergestreifte Haut verschlossen bis

Digitized by Google

auf eine Längsspalte in der Mitte, die wie es scheint erweitert und verengert werden kann (Malpigh. Opp. II. 18. T. IV. F. 2.). Die Röhre der einen wie der andern Seite gibt da, wo sie die so eben beschriebenen Seitenöffnungen hat, eine Menge von Aesten strahlenförmig von sich, die sich in kleinere und immer kleinere theilen, mit denen von der andern Seite anastomosiren und zu den Muskeln und allen Eingeweiden gehen. Stämme wie Aeste haben eine graue oder Silberfarbe, fallen beym Durchschneiden nicht zusammen und bestehen in der Hauptsache aus Queerfibern, die mit denen der Pflanzengefässe viele Aehnlichkeit haben (Moldenh. Beytr. 118. 207. T. IV. F. 1.), insofern man hier wie bey den Spiralgefässen eine zusammenhängende Spiralfaser von ziemlicher Steifigkeit bemerkt, deren zusammenschliessende Windungen sich aus einander ziehen lassen (Swammerdam Bib. d. Nat. 165. T. 40. F. 2. T. 24. F. 2. 3.). Innerhalb der Windungen dieser Faser sind diese Luftröhren noch mit einem Häutchen bekleidet, welches die Windungen verbindet (Swammerd. 140.), die daher zunächst der äusseren Oberfläche der Röhren liegen (Nitzsch de respiratione 24.). Bey manchen Insecten und vorzugsweise im vollkommenen Zustande des Insects (Swammerd. a. a. O.) sind die Luftröhren in ihren letzten Verzweigungen in ovale Bläschen oder Säcke angeschwollen, (Malp. l. c. T. III.), welche sich durch einen körnig häutigen Bau auszeichnen, der an jenen nicht angetroffen wird (Swammerd. a. a. O. T. 29. F. 9. 10.). Dass nun diese Röhren Luft enthalten, welche mit der Atmosphäre durch die Stigmate in Verbindung steht, ergiebt sich sowohl daraus, dass dergleichen unter Wasser in Bläschengestalt aus den Stigmaten hervordringt, als dass das Thier stirbt, wenn man diese Oeffnungen durch Oel verschlossen hat (Malp. l. c. 18. 19. G. R. T. Treviranus Biolog. IV. 156.). Und hiedurch ist ein bedeutender Unterschied zwischen den Luftröhren der Insecten und den Spiralgefässen der Pflanzen begründet, welche niemals durch äussere Oeffnungen mit der Atmosphäre in Verbindung sind und dabey niemals Luft, als nur von secundärer Bestimmung und gleichsam zufällig, enthalten. Ausserdem liegt in der Vertheilungsart

Digitized by Google

der Luftröhren in Aeste und Aestchen unter stets abnehmendem Durchmesser, so wie im Mangel des gegliederten Baues bey ihnen, ein wichtiges Unterscheidungsmoment gegen die Spiralgefässe der Gewächse.

§. 77.

Mit den Saugadern.

Am meisten Aehnlichkeit mit den Pflanzengefässen haben, wenn man alle Charactere zusammennimmt, die einsaugenden Gefässe, deren Daseyn bis jetzt nur bey den Wirbelthieren ausgemacht ist, obwohl Grund vorhanden ist, zu glauben, dass sie unter anderen Formen bey den niederen Thieren eine noch ausgebreitetere Wirksamkeit haben. Es sind zarte, fast einfache Röhrchen, die zusammengefallen dem Auge sich entziehen, aber, wenn sie von Natur mit Milchsaft, oder durch Kunst mit Quecksilber gefüllt und ausgedehnt sind; sich ketten- oder perlenschnurförmig darstellen (Wern. et Fell. Vas. lymph. descr. T. 1. 2.). Das will sagen: sie sind äusserlich in ziemlich gleichen Entfernungen zusammengeschnürt, an welchen Stellen sich innerlich eine ringförmige Falte befindet, so die Flüssigkeit vorwärts, aber nicht leicht wieder rückwärts gehen lässt; in diesem Zustande gleichet das Gefäss einer Reihe von länglichen Bläschen oder Zellen, so der Länge nach an einander gefügt sind und deren Scheidewände nur in der Mitte den Flüssigkeiten einen Durchgang gestatten. In dieser Unfähigkeit sich zu verästeln, in diesem gegliederten Bau gleichen sie auffallend den Pflanzengefässen, und besonders den getüpfelten Formen derselben, die auch wenn sie nicht die Rosenkranzform annehmen, wozu sie vor den übrigen geneigt sind, die Gliederung bemerken lassen. Es nehmen ferner die thierischen Saugadern in ihren kleinsten Anfängen von Eingeweiden, von Höhlen oder von der Oberfläche des Thierkörpers allemal aus Zellgewebe oder vielmehr aus Schleimstoff ihren Ursprung (Tiedem. Physiol. I. §. 164.): dasselbe wird bey den Pflanzengefässen bemerkt, die sich nie unmittelbar an der Oberfläche, sondern immer in Zellstoff endigen (Mold. Beytr. 318.). In ihrem weiteren Fortgange verbinden und verschlingen die lymphat. Gefässe sich unter

Digitized by Google

einander, und dies gewöhnlich an bestimmten Stellen, in Drüsen besonderer Art (glandulae conglobatae) wodurch ihre Säfte sich aufs vollkommenste vermischen müssen; auch die Pflanzengefässe bilden in den Knoten, indem sie ihre Glieder trennen, vervielfältigen, beugen und auf mannigfache Art wieder verbinden, eine Art solcher lymphatischer Drüsen, welche dem nemlichen Naturzwecke, wie die Drüsen im thierischen Körper zu entsprechen scheinen. Besonders aber ist in den Verrichtungen dieser beyden Elementarorgane grosse Aehnlichkeit. Die lymphatischen Gefässe saugen, mit einer wenig oder gar nicht beschränkten Wahl, alles auf, was ihnen dargeboten wird; Lymphe, Milch, Eiter, Blut sogar Arzneymittel oder Gifte können dadurch in die übrige Blutmasse gebracht werden und diese ihre Wirksamkeit geht langsam und ruhig, ohne alle Zusammenziehung und Pulsation, soviel man bemerken kann, vor sich (Hall. El. phys. VII.). In der nemlichen Art verhalten sich, wie gezeigt, die Pflanzengefässe gleichgültig gegen das, was sie einsaugen und unten, wo von der Saftbewegung die Rede ist, soll gezeigt werden, dass diese ebenfalls ohne allen Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung erfolge. Bey dieser Uebereinstimmung weichen sie doch auch in mehreren Stücken von einander ab. Die lymphatischen Gefässe zeigen in ihren Wänden keinen auszeichnenden Bau, keine Queerfasern, keine Oeffnungen, wie sie die Pflanzengefässe haben; auch ist uns nichts davon bekannt dass sie unter gewissen Umständen Luft führen, wie die Pflanzengefässe. Hierin zeigt sich also wieder Annäherung der letztgenannten an die Luftröhren der Insecten und am richtigsten werden wir uns vielleicht ausdrücken, wenn wir sagen: dass die Pflanzengefässe die Luftröhren der Insecten und die Lymphgefässe der Wirbelthiere in Einem Organ darstellen, jedoch den letztgedachten im Wesentlichen ihres Baues und ihrer Verrichtungen sich am meisten annähern. „Je einfacher die Organismen werden, sagt Moldenhawer (A. a. O. 335.), desto herrschender wird das Saugadersystem: es greift immer mehr in die Rechte der Arterien und Venen ein, bis es endlich in den Pflanzen ganz allein vorhanden ist.“

Digitized by Google

Viertes Capitel.

Von den Lufthöhlen und Behältern des abgesonderten Safts.

§. 78.

Vorkommen und Form der Lufthöhlen.

Wiewohl die bisher geschilderten Elementartheile die einzigen sind, welche man in den Pflanzen antrifft, giebt doch das Zellgewebe durch Veränderungen, welche es in seinem Zusammenhange erleidet, gewissen Behältern von Luft und von abgesonderten Säften ihre Entstehung. Der Lufthöhlen erwähnt zuerst Grew bey Beschreibung des Markes. „Obgleich, sagt er (An. of. pl. 120.), dasselbe ursprünglich eine ungetheilte Masse ist, bekommt es doch bey fortschreitendem Wachsthume Oeffnungen oder Risse (ruptures), welche zuweilen sehr regelmässig, dabey in der nemlichen Pflanzenart von beständigem Erscheinen und immer zu einem guten Nutzen da sind.“ Mirbel bezeichnet diese Höhlen als Lükken (lacunes) des Zellgewebes, die von späterm Datum als dieses Gewebe selber seyen (Elemens I. 30.). Rudolphi, unter Bezeichnung ihres Inhalts, nennt sie Luftwege, Decandolle Lufthöhlen, Meyen Luftgänge und Lücken. Ueber das Vorkommen dieser Lufthöhlen, wie sie am schicklichsten zu nennen sind, lässt sich keine Regel angeben. Nicht nur bey phanerogamischen Gewächsen findet man sie, sondern auch bey Cryptogamen; selten kommen sie bey Laub- und Lebermoosen vor und noch nicht bemerkt sind sie bey den Pilzen. Bey Monocotyledonen indessen findet man sie nach Mirbels richtiger Bemerkung, häufiger als bey Dicotyledonen und wiederum bey Wasserpflanzen häufiger als bey Landpflanzen, in der Art, dass jene, sie mögen nun am Wasser oder darin wachsen, wohl selten ohne sie sind. Das aber wird als etwas Beständiges wahrgenommen, dass, wenn eine Pflanze dergleichen Höhlen besitzt, sie solche unter allen Umständen besitzt, also sowohl wenn sie auf dem Trockenen

Digitized by Google

als wenn sie im Wasser wächst. Man findet sie in allen Theilen der Pflanzen, nur nicht im Saamen und im Allgemeinen auch in der Wurzel nicht, wovon nur der Wasserschierling durch eine bedeutende Höhle im obersten Theile seiner Wurzel (Hayne Arzneygew. I. T. 37.) eine Ausnahme zu machen scheint. Sonst aber sind sie im Stengel, Blattstengel, Blatt, Kelch, Krone und den minder wesentlichen Theilen der Frucht anzutreffen. Die aber des Blumenstengels von Nymphaea alba und Nuphar lutea gehen nicht in das Fruchtbette und in die Frucht über (Hayne a. a. O. IV. T. 35. F. 5. T. 36. F. 6.). Eine bedeutende Verschiedenheit zeigt sich bey ihnen was ihre Zahl, Grösse, Form, Ausdehnung u. s. w. betrifft. Sehr oft z. B. beym Löwenzahn, Huflattig, Wasserschierling, Pferdesaamkraut, nimmt eine einzige Höhle den Mittelpunct des Stengels in geringerem oder grösserem Umfange ein: eben so häufig sind mehrere vorhanden und in diesem Falle beobachten sie meistens eine gewisse Ordnung in ihrer Stellung. Im Stengel der Schachtelhalme z. B. bilden sie zween Kreise (Rudolphi T. 3. F. 3. 4. G. W. Bischoff in N. A. N. Cur. XIV. T. 44.), wovon die des innern kleiner sind. In manchen Fällen sind sie so häufig, dass das Gewebe, welches sie trennt, eine blosse einfache Zellenlage bildet, zu welcher sich dann die Lufthöhle eben so verhält, als die einzelne Zellen zu ihrer Wand (Rudolphi T. III. F. 1. 2. Hippuris; Meyen T. V. F. 1. 2. Pontederia): aus diesem Gesichtspuncte betrachtet hat Link diesen Bau zusammengesetztes Zellgewebe (Grundl. 19.), genannt wissen wollen. In Bezug auf die Form findet man diese Höhlen in verlängerten Pflanzentheilen, z. B. dem Stengel und seinen Arten, in die Länge gezogen und canalartig: in Theilen dagegen, welche dick sind oder sich in die Breite ausdehnen, als Blatt und Frucht, beobachten sie eine unregelmässige Gestalt und Richtung. Im ersten Falle ist ihre Ausdehnung in die Länge entweder durch Scheidewände unterbrochen oder nicht. Gemeiniglich bildet sich eine Queerscheidewand der Stengel-Höhle da, wo ein oder mehrere Blätter abgehen (Grew T. 19. F. 2. Sonchus; F. 2. Vitis.): es sey, dass eine Anschwellung des Stengels damit verbunden

Digitized by Google

sey oder nicht: doch tritt diese Folge nicht immer ein, wie denn z. B. in dem seltenen Falle, wo der Schaft vom Löwenzahn ein Blatt oder mehr als Eine Blume trägt, die Höhle dabey ununterbrochen bleibt (Rudolphi Anat. d. Pflz. 139.). Zuweilen aber haben die Scheidewände keinen Bezug auf die Knoten des Stengels oder den Abgang der Blätter, wie z. B. beym Welschenussbaume (Grew T. 19. F. 4.), wo sie dünn und durch kleine Zwischenräume von einander getrennt sind. Welches aber auch die Verschiedenheiten in der Lage, Form und Ausdehnung der Lufthöhlen sey: immer bemerkt man, dass sie im Zellgewebe liegen und auf allen Seiten von solchem umgeben sind. Niemals, so weit meine Erfahrungen reichen, findet man sie daher in der Faser- und Gefässsubstanz, niemals öffnen sie sich an der Oberfläche oder stehen auch nur durch Canäle, welche zur Oberfläche gehen, mit der Atmosphäre in Verbindung, sondern sind von allen Seiten geschlossen.

§. 79.

Ihr innerer Bau.

Betreffend die innere Fabrication dieser Lufthöhlen, so bestehen ihre Wände zwar aus blossem Zellgewebe: aber es zeigt sich darin eine Verschiedenheit, die bereits Rudolphi angedeutet, wenn er (A. a. O. 139.) sagt: „Das Zellgewebe, welches die Wand der Höhle bildet, ist bald mehr geebnet, bald rauh hervorstehend.“ Beym Löwenzahn nemlich, bey Phellandrium, Sium und andern Doldengewächsen ist die innere Oberfläche der Stengelhöhle bis in einige Tiefe saftleer und dabey aufgelockert in ein flockiges Wesen, welches unter dem Microscope zerrissene Zellen darstellt. Betrachtet man dagegen die Oberfläche der Lufthöhlen z. B. im Blattstiele und Blatte von Nymphaea, Arum, Calla u. s. w., so erscheint sie glatt ohne merkliche Zerreissung, und die Zellen, von welchen sie gebildet wird, sind ausgedehnt und saftvoll. Diese Verschiedenheit der Wandbildung hat, wie sich zeigen wird, auf die zwiefache Entstehung dieser Höhlen einen entschiedenen Bezug. Noch grösser ist die Mannigfaltigkeit, so man im Bau der Queerscheidewände bemerkt. Befindet eine solche sich

Digitized by Google

an jedem Knoten des Stengels d. i. dem Puncte, wo ein Blatt abgeht, wie bey den jährigen Stengeln: oder am Ursprunge eines neuen Jahrestriebes oder eines Seitenzweiges, wie es bey den Bäumen und Sträuchern gewöhnlich ist: so wird sie von kleinen gedrängten, wenig durchsichtigen Zellen gebildet, zuweilen auch in Verbindung mit anastomosirenden Gefässbündeln, wie bey den Gräsern. Dann hat sie eine besondere Festigkeit, wodurch sie der Ausdehnung und dem Zerreissen nachdrücklich widersteht. Aber jene andern dünnen Scheidewände, welche keinen Bezug auf die Knoten und neuen Triebe haben und die man öfters gleichzeitig mit denen der ersten Art, und vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich, bey schnellwüchsigen Kräutern, antrifft, sind von einem zarten und lockern Bau und die Zellen, woraus sie gebildet, pflegen eine eigenthümliche sternförmige oder strahlige Configuration zu haben. Von der Art trifft man sie vorzüglich häufig bey Monocotyledonen an, z. B. im Stengel von Poa aquatica und Iris Pseudacorus, im Blattstengel von Blumenrohr und Pisang u. s. w. Platte, in die Breite ausgedehnte, Zellen, laufen hier auf eine bald unregelmässige, bald sehr regelmässige Weise in fünf bis sechs Strahlen aus, mit denen sie sich unter einander verbinden, indem sie freye, stumpfeckige Räume zwischen sich lassen (Meyen Phytot. T. I. F. 11. Canna. M. Schrift: Vom Bau T. I. F. 1. Musa.). Die Verbindung der Strahlen macht sich durch eine dunkle Queerlinie in der Mitte derselben leicht bemerklich; eben so der Uebergang der strahligen Bildung in die gewöhnliche dann, wenn man den Rand, womit diese zelligen Platten den Seitenwänden der Höhle sich verbinden, betrachtet. Zuweilen, wenn die Lufthöhlen durch einfache Zellenlagen in viele Kammern geschieden waren und diese Zellen saftlos geworden sind, bilden solche, z. B. im Stengel der Binsenarten, durch und durch ein zartes Gewebe von gestrahlten und mit den Strahlen zusammenhängenden Schläuchen (V. Bau Taf. I. Fig. 3.). Von ähnlicher Abkunft ist das fadige Gewebe, so man in den Luftblasen antrifft, dergleichen mehrere Tange z. B. Fucus vesiculosus, nodosus u. s. w. in gewissem Alter bilden. Man bemerkt unter dem Microscope

Digitized by Google

lang gegliederte Zellenreihen, die in allen Richtungen anastomosiren und von einigen Beobachtern irrthümlich für Gefässe gehalten worden sind.

§. 80.

Besondere Körper in den Lufthöhlen einiger Wassergewächse.

Eine besondere Erscheinung zeigen die Wände der Lufthöhlen im Blatt- und Blumenstiele sämmtlicher Arten von Nymphaea, nemlich gewisse, mit auseinanderfahrenden kegelförmigen Spitzen versehene Körper, deren, wie Moldenhawer angiebt, zuerst Ypey gedacht hat und die dann von Rudolphi, von mir, Moldenhawer, Kieser, Meyen und Amici beschrieben worden sind. Sie stehen vereinzelt und ohne Bestimmtheit der Entfernungen zwischen den Zellen der Wände, zeichnen sich aber sehr von ihnen aus durch mindere Durchsichtigkeit und eine festere Consistenz. Besonders auffallend ist ihre Form, indem von einem Hauptkörper mehrere gerade conische Spitzen, zwar von verschiedener Länge, aber gemeiniglich doch beträchtlich länger, als er selber im Durchmesser ist, abgehen. Sie nehmen dabey ihre Richtung bald aufwärts, bald abwärts, bald grade aus, aber immer sind sie in die Höhle gestreckt. Moldenhawer bemerkt als einen besonderen Umstand, dass diese zackigen Körper an den zelligen Längsscheidewänden der Lufthöhlen niemals zwischen grünen Zellen liegen, sondern einzeln eingefügt sind in eine senkrechte Reihe von grösseren, mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllten Zellen, welche sich nur da befindet, wo mehrere Wände zusammenstossen (Beytr. 170.). Dagegen will Meyen beobachtet haben, dass sie stets die Mitte einer Längsscheidewand einnehmen, in der Art, dass ein solcher Körper durch die Mehrheit seiner Spitzen mit mehreren Lufthöhlen communicire (Phytot. 201. Taf. IV. F. 1—13.). Amici bemerkte, dass sowohl Körper, als Spitzen, mit Warzen besetzt seyen, deren jede ihm in der Mitte eine kleine Oeffnung zu haben schien, gleich den ähnlichen Organen der punctirten Gefässe (Ann. d. Sc. nat. II. 257. T. XI. F. 3.). Etwas diesen Bildungen Analoges fand

Digitized by Google

Mirbel (Traité II. 371.) bey Myriophyllum, nemlich kuglige Körper, mit Spitzen bedeckt, wie die Fruchtkapseln der Rosskastanien und Amici bestätiget (A. a. O.) diese Wahrnehmung. Auch ich habe dergleichen im Stengel von Myriophyllum spicatum beobachtet; sie sassen auf beyden Seiten der verticalen Scheidewände der Lücken in ziemlicher Anzahl an und schienen mir dem Pollen einiger Malvaceen oder den Saamen gewisser Laubmoose am schicklichsten vergleichbar. In den Lufthöhlen der Calla aethiopica hat Kieser gewisse kopfförmige Drüsen zu finden geglaubt, die vermittelst eines kleinen Stieles den Wänden ansitzen sollen (A. a. O. T. 2. F. 22. 23.). Meyen jedoch konnte dergleichen nicht bemerken (A. a. O. 203.) und so ist es auch mir bey wiederholter Untersuchung ergangen.

§. 81.

Inhalt und Bestimmung der Lufthöhlen.

Moldenhawer behauptet, dass die Lücken des Pisang und der Seerose in einer frühern Periode mit einem sehr zarten Gewebe von kleinen, gewöhnlich sechseckigen, Zellen erfüllt seyen, welche einen besonders gefärbten Saft enthalten und später zusammenschrumpfen sollen. Er glaubt nicht nur diese Höhlen alsdann zu wichtigen Absonderungen bestimmt, sondern er findet selbst in einer spätern Zeit, wo sie leer scheinen, zuweilen eine wässerige Flüssigkeit in ihnen (Beytr. 166. 170.), so wie in den Stengelhöhlen der Impatiens Noli tangere. Allein damit stimmt kein anderer Beobachter überein; und hier soll nur von dem ausgebildeten Zustande dieser Höhlen geredet werden. Dass sie dann, wie auch sonst ihre Verschiedenheit sey, Luft enthalten, ist nicht zu bezweifeln. Bricht man einen Blumenschaft vom Löwenzahn, der noch an der Wurzel sitzet, unter Wasser durch, so dringet Luft in zahlreichen und grossen Blasen heraus. Eben so wenn man Stengel von Wassergewächsen unter Wasser zerschneidet; die Luftblasen steigen wie Reihen von Perlen aus den regelmässig stehenden Lufthöhlen und erheben sich über das Wasser (Rudolphi 136. 143.). Priestley fand diese eingeschlossene Luft im hohlen Stengel vom Lauch, in den Stengelhöhlen

Digitized by Google

der Schwertlilie u. s. w. schlechter, aber in den Blasen, so mehrere Tange haben, beträchtlich reiner und von Phlogiston freyer, als die atmosphärische (Exper. und Observ. I. 314. 316.). Dagegen erhielt Jngenhouss eine solche von monocotyledonischen Wassergewächsen, die von der atmosphärischen Luft, womit sie umgeben, nicht verschieden war (Vers. mit Pflzn. II. 82. 186.). Es frägt sich: woher diese Luft ihren Ursprung nehme? Von aussen in jene Behälter kann sie nicht gelangen, da diese, mit Ausnahme derer, welche sich im Parenchym der Rinde und der Blätter befinden, keine sichtbaren Oeffnungen an der Oberfläche haben. Dutrochet zwar (Ann. d. Sc. nat. XXV. 253.) hat sich Mühe gegeben, durch Versuche mit der Luftpumpe zu zeigen: dass die Luft in den Stengelhöhlen mit der in den Höhlen des Blattparenchyms enthaltenen in genauer Verbindung stehe. Da nun diese durch die Poren mit der Atmosphäre communiciren: so glaubt er auf solche Weise ein Respirationssystem der Pflanze aufzeigen zu können, welches derselben zu den wichtigsten Lebensverrichtungen, unter andern zu den Aeusserungen der Reizbarkeit, des Schlafes und Wachens diene. Allein auch bey den ganz unter Wasser lebenden Gewächsen findet man Lufthöhlen im Stengel; und bey den in der Luft lebenden die Communication der Stengelhöhlen mit den Lücken im Blattzellgewebe darzuthun, ist der Anatomie noch nicht gelungen. Sie muss also aus den Säften selber ausgeschieden werden und dieser Vorgang ist um so weniger zu bezweifeln, als wir sämmtliche Elementartheile der Gewächse nach beendigter Verrichtung sich mit Luft füllen sehen. „Alle Stoffe der Pflanzen, sagt Grew (133.) werden in oder mit dem Wasser in dieselbe aufgenommen, hier aber geschieden durch die verschiedenen Theile, der wässerige durch den einen, die Luft durch einen andern u. s. w.“ Durch eine solche Absonderung erklären daher auch Rudolphi (A. a. O. 159.) und Amici mit Recht den Ursprung dieser Luft. Jngenhouss hat bemerkt, dass die Entwickelung derselben in ihren Behältern sehr schnell vor sich ging und ich habe wahrgenommen, dass das Sonnenlicht dabey einen bedeutenden Antheil habe. Aus einem durchschnittenen Blatte

Digitized by Google

von Vallisneria, worauf die Sonne schien, sah ich einen ununterbrochenen Strom von Luftbläschen treten an denjenigen Stellen, wo die Oeffnungen der Lufthöhlen sich befanden, und dieses eine geraume Zeit hindurch fortdauern. Was die Bestimmung dieser Luft und also ihrer Behälter anlangt: so scheint der Nutzen, eben so wie bey andern absondernden Organen, wovon gleich zu reden, ein negativer zu seyn, nemlich, um die Luft, deren Gegenwart in dem Safte der Ernährung und dem Wachsthume hinderlich seyn würde, aufzunehmen und ausser Circulation zu setzen: denn sie könnte sich schwerlich in ihrer Mischung, wie in ihrem Volum erhalten, wenn sie auf irgend eine Art im Vegetationsprocesse verwandt würde. Der Saftreichthum und die Schnelligkeit des Wachsthums der Monocotyledonen und Wassergewächse, welche die Lufthöhlen in vorzüglicher Menge enthalten, scheint diese Vorstellungsart zu begünstigen. Im Thierreiche dagegen werden ausser den Respirationsorganen, die der atmosphärischen Luft steten Zugang verstatten, keine andere Luftbehälter innerhalb des Körpers wahrgenommen, als nur solche, die mit jenen in Verbindung stehen (G. R. Treviranus Biologie IV. 143.): so bey Vögeln, Amphibien, Fischen und Insecten.

§. 82.

Vorkommen der eigenthümlichen Saftgefässe.

In den meisten Theilen der Gewächse nimmt man Behälter wahr, voll eines Saftes, der sich durch Farbe, Geruch, Consistenz und Verhalten unter dem Microscope vor anderen Pflanzensäften auszeichnet und der, wenn der Theil, so ihn enthält, noch belebt ist, aus den geöffneten Behältern mit mehr oder minder Lebhaftigkeit ausgestossen wird. Er stellet sich dar bald in Form eines flüssigen Gummi, bald einer Milch, bald als ein flüssiges Harz, bald auch als ein ätherisches Oel und wiederum kann die Milch von einer weissen, gelben oder einer rothen Farbe seyn, von welcher letzten Art sie z. B. bey Bocconia und Sanguinaria vorkommt. Doch ist die weisse Farbe die gewöhnlichste und die blaue, dergleichen Bernhardi bey Rhus glabrum wahrgenommen (Ueb. Pfl. Gef. 60.) die seltenste. Mit Ausnahme des Embryo,

Digitized by Google

in welchem man noch keine Milch, soviel mir bewusst, beobachtete, findet man solche in allen zusammengesetzten Pflanzentheilen, sowohl inneren als äusseren, sowohl unter, als über der Erde: doch selten im Holze und am seltensten im Albumen der Saamen, wie z. B. der Swietenia Mahagoni (Gaertn. de fr. et sem. II. 89.). Wenn aber ein Theil einer Pflanze damit versehen, besitzen sie nicht immer auch die übrigen. Bey Asclepias syriaca, Euphorbia Esula, E. Cyparissias sind Stengel, Nebenstengel und sämmtliche blattartigen Organe voll eines weissen Milchsafts: aber in der Wurzel trifft man nichts davon an. Dagegen besitzt Nerium Oleander in der Wurzel Milchgefässe, nicht aber im Stengel (Bernhardi a. a. O. 59.) und Chelidonium majus hat solche in den Theilen über, wie in denen unter der Erde, gleich häufig. Manchmal verliert sich die Milch in dem Maasse, als der Pflanzentheil, welcher sie enthält, altert und holzig wird: so findet man es im Stengel von Asclepias fruticosa, Periploca graeca und andern (Bernhardi a. a. O. 58.). In Bezug auf die Abtheilungen des Gewächsreiches hat man die Milch und Gummiharzbehälter den Monocotyledonen und Acotyledonen absprechen wollen (Decand. Organogr. I. 121.), jedoch mit Unrecht. Man findet sie bey Gräsern (Mays), Liliaceen (Aloë), bey Canna, Musa, Alisma und am entschiedensten bey den Aroideen. Jedoch hat es seine Richtigkeit, dass sie hier weniger häufig vorkommen, als bey den Dicotyledonen: wo unter den Europäischen Familien die der Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Urticeen, Amentaceen, Coniferen, Papaveraceen, Semiflosculosen vorzugsweise damit versehen sind. Dass aber auch den Acotyledonen sie nicht fehlen, beweisen die milchenden Schwämme aus den Gattungen Amanita, Agaricus, Boletus und die lang gegliederten Fäden, welche sich in den Luftblasen gewisser Tange finden, sind nach Moldenhawer (Beytr. 153.) in einer frühern Periode Gefässe, denen des Schöllkraut ähnlich, so einen gefärbten Saft enthalten.

§. 83.

Verschiedene Ansichten in Betreff ihrer.

Dass nun diese Milch, dieses flüssige Gummi oder Harz

Digitized by Google

in besonderen Behältern sich befinde, ist nicht zu verkennen. Malpighi nennt sie vasa propria, peculiaria, lactifera, terebinthinam fundentia und stellt zwar ihre Lage bey mehreren Pflanzen dar, aber in Betreff ihres Baus sagt er bloss bey der Tanne und Cypresse: „tenui componuntur fistula“ (Opp. I. 28.). Wenn man sie nicht in allen Gewächsen finde, so sey vermuthlich ihre Kleinheit oder die Durchsichtigkeit und Flüssigkeit der in ihnen enthaltenen Säfte die Ursache (L. c. 34.). Mehr auf den Bau der grossen Gefässe dieser Art z. B. im Sumach und dem Fichtengeschlecht, lässt Grew sich ein: sie hätten keine eigenen Wände, sondern es beständen solche aus dem Zellgewebe, worin sie gelegen, aber dieses sey hier gedrängter und dadurch geeignet, die wässerigen Theile durchzulassen, die öligen aber zurückzuhalten (An. of pl. 93. 112. Taf. 20. 32. 34.). J. Hill giebt viele Beobachtungen, den Bau, die Lage und die Vertheilung dieser Gefässe betreffend (Constr. of timber. II. ch. 1—3. T. 11. 12. 13.). Bey den grösseren, welche beym Sumach die Milch, bey Fichten das flüssige Harz enthalten, bestehen ihm zufolge die Wände aus einem Kreise von kleineren, ununterbrochen fortgehenden Röhren, was jedoch offenbar Zellenreihen sind. Ausser diesen fand er verschiedene Reihen kleinerer Gefässe dieser Art (vasa propria exteriora und intima nennt er sie im Gegensatze von jenen, die bey ihm vasa propria interiora heissen) in Form einfacher, manchmal bündelweise, manchmal einzeln stehender Röhren und er vermuthet die Wände jener grösseren aus diesen kleineren gebildet, welche den Saft zunächst absondern und in die Höhle deponiren, welche sie durch ihre kreisförmige Stellung bilden. Unter diesen kleineren eigenen Gefässen begreift jedoch Hill, wie es scheint, Verschiedenes, indem die vasa pr. exteriora fibröse Röhren zu seyn, die v. pr. intima aber dem Zellensysteme anzugehören scheinen. J. D. Moldenhawer kannte sie auch und nannte sie Markgefässe (vasa medullaria): aber er unterschied sie ebenfalls nicht gehörig einerseits von den Intercellulargängen, andererseits von den fibrösen Röhren (De vasis plant. §. 14.). Bernhardi hat über das Vorkommen der eigenen Gefässe werthvolle Beobachtungen gegeben, über ihren Bau aber dem

Digitized by Google

was Grew schon kannte, nichts hinzugefügt; auch Sprengel, Rudolphi, Link, Kieser haben die Kenntniss derselben nicht erweitert. Mirbel unterscheidet (Elemens I. 34. T. X. F. 16. 17.) vereinzelte grössere eigene Gefässe z. B. in Fichten und bündelweise stehende kleinere z. B. in Asclepias syriaca, für welche er, wie früher Bernhardi (A. a. O. 55.), was auch J. P. Moldenhawer (Beytr. 130.) glaubt, Bündel von Fasern gehalten zu haben scheint. Meine Untersuchungen der eigenen Gefässe (Beytr. 41—55.) veranlassten mich, ausser den grösseren, deren Wände aus Reihen kleiner Zellen gebildet, andere zu statuiren in Form von Bläschen, die vereinzelt sind oder reihenweise zusammenhängen und endlich als die einfachsten betrachtete ich blosse Intercellulargänge, so mit dem eigenen Safte erfüllt sind, wobey mich der Uebergang der letzten Art in die erste nicht unwahrscheinlich dünkte. Moldenhawer dagegen versucht die Einheit der beyden letzteren von nur angenommenen Formen zu zeigen, und am Schöllkraute darzuthun (Beytr. 146. Taf. IV. Fig. 6—10), dass, wo ein Intercellulargang den eigenen Saft zu enthalten scheine, es dennoch eine Reihe von Zellen sey, und er nahm an, dass absondernde Zellenreihen dieser einfachen Art auf die von Hill angegebene Weise ein eigenes Gefäss der grössern Art bilden. Was ich später am Pisang, an Fichten und Aroideen beobachtete, dünkte mich diese Ansicht ganz zu bestätigen und ich trat daher Moldenhawern darin bey (Ueb. den eigenen Saft der Gewächse in d. Zeitschr. f. Physiol. I.): was auch neulich von H. Mohl in seiner Anatomie des Cycadeenstammes (Denkschr. d. Münchn. Ac. d. Wiss. X. 419.) geschehen ist.

§. 84.

Einfache Secretionsgefässe.

Es müssen daher einfache Secretionsgefässe und zusammengesetzte unterschieden werden. Jene, welche Moldenhawer allein, mit Ausschluss von diesen, eigene Gefässe genannt wissen will, sind als die eigenthümlichen Organe für die Absonderung und erste Aufnahme secernirter Säfte zu betrachten. Es sind

Digitized by Google

senkrechte Reihen von Zellen, welche zuweilen von der rundlichen Form sich wenig entfernen, meistens aber in die Länge gezogen und dabey umgeben sind von einem Kreise von Zellen, die den gewöhnlichen Zellgewebssaft, der dann grün gefärbt ist, enthalten, so dass sie, wenn man ihren eigenthümlichen Bau nicht berücksichtiget oder verkennt, als blosse verlängerte Intercellulargänge erscheinen können. Von den umgebenden Zellen aber unterscheiden sie sich in Form, Grösse und Gewebe, indem sie bald kürzer, bald länger als sie, bald enger, bald auch weiter sind, und nach Moldenhawers Bemerkung eine grössere Festigkeit ihrer Häute besitzen. Vorzüglich aber zeichnen sie sich durch eine besondere Farbe und Consistenz ihres Safts von den umliegenden Theilen aus. Schon lange bemerkte ich sie in Weiden, Rosskastanien (V. Bau F. 31. e.), dann in Fichten und im Schöllkraute (Beytr. F. 30.), noch später im Wermuth und Javanischen Giftbaume (Antiaris). Weit zahlreicher aber sind Moldenhawers Beobachtungen derselben: er sah sie im Mays (Beytr. 231. T. III. F. 16.), Bambusrohr (132. T. VI. F. 19.), Pisang (136. T. V, F. 8—10.), Asclepias fruticosa (140. T. V. F. 11. 12.) und curassavica (154.), im Schöllkraute (146. T. IV. F. 6—10.) und Hollunder (155.) und überall mit den nemlichen Characteren. In einem späteren Zeitraume betrachtet, mit ihrem Secretum angefüllt, erschienen sie gemeiniglich ungegliedert d. h. ihre Zusammensetzung aus Schläuchen fiel nicht in das Auge und so muss die Darstellung entstanden seyn, welche Hill (T. 13 F. 1. b. b. und F. 3.) von den sogenannten vasis propriis intimis der Piscidia Erythrina giebt. Allein sobald diese Gefässe halb oder ganz geleert in noch jungen Theilen betrachtet wurden, erschienen sie immer mit den Verengungen und Queerstrichen, welche ihre Zusammensetzung aus Zellen verriethen. Man könnte vermuthen, dass an den verengerten Stellen Queerwände sich befinden, welche die Continuität der Höhle hier unterbrechen: allein mit Recht bemerkt Moldenhawer, dass die Andauer des Saftausflusses aus einem Durchschnitte, welcher diese Zellenreihen traf, wodurch ein beträchtliches Stück derselben von Saft entleert wird, diesen Gedanken

Digitized by Google

gänzlich beseitige (Beytr. 152. 156.). Man muss daher annehmen, dass an den Stellen, wo die Zellen sich vereinigen, keine, wenigstens keine totalen, Scheidewände vorhanden sind. Die einfachen Secretionsbehälter stehen meistens einzeln, selten kommen sie bündelförmig vor. Man findet sie bey Kräutern gewöhnlich so sehr in der Nähe der Faserbündel gestellt, dass der Saft, welchen sie beym Durchschnitte ergiessen, aus diesen zu kommen scheint (Amici a. a. O. T. 13. F. 1. II.); zuweilen jedoch nehmen sie auch innerhalb derselben Platz, wie Moldenhawer an der Mayspflanze und dem Schöllkraut beobachtet hat, welchen noch die grösseren Gräser, z. B. Arundo Donax und Bambusa arundinacea, hinzuzufügen sind. In Bäumen und Sträuchern siehet man sie vorzugsweise im Baste, es sey in der Nähe der Faserbündel oder, wie z. B. im Sumach, zwischen den einzelnen Schichten desselben (M. Beytr. T. III. F. 27.). So viel Bastlagen sind, so viel pflegt man Kreise solcher eigenen Gefässe zu bemerken und zwar sind die der inneren, zuletzt erzeugten, Bastlagen immer die kleineren.

§. 85.

Zusammengesetzte Gefässe dieser Art.

Die zusammengesetzten eigenthümlichen Gefässe oder Secretionsbehälter, von Link (Elementa 104.) receptacula succi benannt, bestehen, wie Hill zuerst scheint bemerkt zu haben, dadurch, dass einfache Organe der so eben beschriebenen Art durch ihr kreisförmiges Aneinanderschliessen die Wand einer Höhle bilden, welche mit dem Safte gefüllt ist, den sie von der allgemeinen Säftemasse des Zellgewebes gesondert und hieher abgesetzt haben. Meyen will (Linnäa II. 640.) diese Ansicht schon bey Grew sehr deutlich ausgedrückt gefunden haben: er hat aber die Stelle, worin dieses vorkommen soll, unaussprechlich misverstanden. Link betrachtet sie (A. a. O.) als Lücken im Zellgewebe, Ad. Brongniart (Ann. d. Sc. nat. XVI. 397.) als erweiterte Intercellulargänge; was geradezu keinen Irrthum enthält, aber insofern zu wenig ausdrückt, als die Wände dieser Lücken, dieser erweiterten Intercellulargänge, aus Zellen von besonderer

Digitized by Google

Bildung und Verrichtung zusammengesetzt sind. Der Durchmesser dieser Röhren ist häufig so bedeutend, dass man ihre Oeffnungen mit blossem Auge sieht. Ihre gewöhnlichste Form ist die von Cylindern, doch findet man sie auch in der Richtung von der Rinde gegen das Mark zusammengedrückt, wie im Stamme der Rhusarten und im Rindenzellgewebe der Frucht bey den Doldengewächsen, wo sie die sogenannten Vitten bilden. In verlängerten Theilen laufen sie nach der Länge, doch mit Krümmungen und sich abwechselnd erweiternd und verengernd (Malpighi l. c. T. 5. F. 12. d.); auch pflegen sie in gewissen Entfernungen sich sackförmig zu endigen. Solche Windungen und Erweiterungen siehet man besonders deutlich an alternden, glattgewordenen Sumachstämmen, wo sie äusserlich stark über die Oberfläche hervortreten, auch nimmt man hie und da ihre blinden Anhänge gewahr. Noch mehr gewunden laufen sie in der grünen Schaale der Mandeln (M. Beytr. T. 3. F. 25.); in den Cycadeen verbinden sie sich netzartig, was auch schon Malpighi bey Tannen bemerkte. Welches aber auch die äussere Form dieser Behälter sey, fast allgemein sind die Zellen, so ihre Wände bilden, durch Form, Farbe und Gestalt ausgezeichnet. Bey Caladium viviparum z. B. wo sie im bulbentragenden Stengel so häufig sind, wie im Blüthenstengel der Seerosen die Lufthöhlen, wird die Wand jedes Behälters gebildet durch eine einfache Lage kleinerer Zellen, welche zahlreiche, farbelose Körner enthalten, da die übrigen Zellen umher grün sind. In einigen Fällen jedoch, z. B. in den jüngeren Zweigen von Linden, habe ich diese Verschiedenheit nicht wahrgenommen (M. Beytr. T. 5. 4. F. 26. 38.). Zuweilen findet man ein Zusammenhängen jener eigenthümlich gebildeten Zellen in Längsreihen, nemlich dann, wenn das Behältniss selber in die Länge gezogen ist, z. B. bey der Weymouthskiefer (Moldenhawer Beytr. 160. T. V. F. 13.). Innerhalb der Zellenwand haben Mirbel und Moldenhawer, wenigstens bey der Fichtengattung, noch ein röhriges Häutchen ohne eigenthümlichen Bau oder irgend eine Zusammensetzung bemerkt, welches den Behälter zunächst bilden, also den ausgeschiedenen Saft unmittelbar enthalten soll. Moldenhawer

Digitized by Google

vermuthet, dasselbe könne wohl auch ohne die eigenthümliche Zellenwand vorkommen, und Mirbel nahm davon seine Benennung der einfachen Röhren (tubes simples) her. Ich habe jedoch von der Abwesenheit eines solchen Häutchens, mindestens bey Rhus typhinum und Caladium helleborifolium, mich vollkommen überzeugt, zugleich aber in den Harzbehältern der Weimuthsfichte, so wie in den Gummibehältern der noch grünen Mandelfrucht, eine Bildung bemerkt, welche zu jener Ansicht die Veranlassung, wie ich glaube, gegeben hat. Hier nemlich zeigte sich ein hautartig zusammenhängender, dünner Ueberzug von einem körnigen, offenbar nicht organischen Gefüge, der unregelmässig zerriss und in einzelnen Stücken sich ablösen liess. Da man aber in anderen Fällen nichts davon bemerkt, so muss man ihn als eine zufällige Ablagerung von verhärtetem Harz oder Gummi betrachten. Die zusammengesetzten Saftbehälter von länglicher Form finden sich in krautartigen Gewächsen zunächst und zwischen den Faserbündeln, in holzbildenden, z. B. Fichten und Tannen, in der äusseren bloss zelligen Rindenlage und im Holze, im Wachholder im Baste, im Rhus typhinum im Baste und Umkreise des Markes, in der Linde und im Weinstock allein im Marke. Wo zusammengesetzte Saftbehälter, scheinen auch immer einfache anwesend zu sein, aber dieses gilt nicht umgekehrt; auch finden sich jene meistens in ausdauernden Gewächsen. In der Rinde älterer Stämme z. B. der Nadelhölzer, des Sumach u. s. w. fehlen sie vermöge Vertrocknens der äusseren Schichten und man trifft hier nur noch die einfachen an, welche im Baste liegen (Moldenhawer Beytr. 160.). Die zusammengesetzten Saftbehälter von runder oder unregelmässiger Form werden von Link Höhlen (cryptae) genannt. Sie finden sich in den Wurzelknollen des Ingwer (Link Elem. 104.), im äussern Theile des Stengels von Zerumbet speciosum (Mold. Beytr. 161.), in der Rinde von Ptellea und Liriodendron (M. Beytr. T. IV. F. 34. 35.), im Marke von Lysimachia punctata (Mold. A. a. O. 162.), in den Blättern von Hypericum, Crassula, Aloë u. s. w. Ueberhaupt sind die eingesenkten Drüsen eigentlich nichts anders: es sind nemlich unregelmässige rundliche Bildungen von einem kleinzelligen

Digitized by Google

farbelosen, aber wenig durchsichtigen Zellgewebe, mit einer Höhle inmitten, worin ein Saft ergossen wird. Hieher zunächst gehören auch die perlenschnurförmigen Harzbehälter der Jalappenwurzel, welche ich in Fig. 32 meiner Beyträge dargestellt habe. Moldenhawer von einem Geiste des Widerspruchs getrieben, der ihn oft zu unbegründeten Behauptungen veranlasste, will mich hier (S. 162.) verbessern, da ich doch keinesweges von dem Wurzelbau der Mirabilis Jalappa gesprochen habe.

§. 86.

Ihr Inhalt ein Harz oder Gummi.

Der Inhalt der zuletzt beschriebenen Behälter ist ein Saft, der von andern Pflanzensäften durch Consistenz, Farbe, Geruch und Geschmack sich unterscheidet. Im Weinstock, im Stamme der Cycadeen, in den jüngern Zweigen der Linde und mehreren Ahornarten, in der äussern Schaale der unreifen Frucht von Amygdalus communis und A. nana ist es ein durchsichtiges, mildes Gummi; in den Coniferen, den Terebinthaceen und Ebenaceen von Jussieu (Wahlenb. de sedib. mat. 62.) ein flüssiges Harz. In den Laurinen, Aurantien, Myrtaceen, Labiaten, Corymbiferen, Umbelliferen, Scitamineen, ist es zum grössten Theile ein ätherisches Oel; endlich in den Papaveraceen, Euphorbien, Semiflosculosen, Campanulaceen, Urticeen, Aroideen und andern eine Milch von verschiedener, meistens aber weisser Farbe. Von diesen Secretis sind Gummi, Harz, ätherisches Oel sowohl durch ihre Transparenz übereinstimmend, als sie sich häufig in verschiedenen Proportionen verbinden; über ihre Verwandtschaft unter einander kann daher kein Zweifel seyn. Nur die Milch ist undurchsichtig und scheint ein Secretum ganz eigenthümlicher Art. Erwägt man jedoch ihr Verhalten unter veränderten Umständen, ihre Darstellbarkeit durch einfache Operationen, das Ansehen, welches sie unter dem Microscope gewährt: so überzeugt man sich, dass es nur eine zufällige und gezwungene Verbindung sey, welche jene Absonderungsstoffe mit andern Contentis des Gewächses eingegangen sind. Grew, einer der erfahrensten Chemiker seiner Zeit, möge

Digitized by Google

hier das Wort führen (Anat. of pl. 67. 133.). „Der Milchsaft ist eine Mischung öliger Theile mit irgend einer andern wässerigen Flüssigkeit von differenter Natur; so wie gemeines Oel mit einer Kaliauflösung geschüttelt, eine weisse Flüssigkeit bildet" (§. 19.). — „Zuweilen scheidet das Oel sich von selber daraus: denn, lässt man eine Fenchelwurzel einige Tage liegen, so geben die nemlichen Gefässe, welche in der frischen Wurzel eine Milch ausstiessen, nunmehr ein Oel von sich, indem die wässerigen Theile beym Trockenwerden der Wurzel davon gingen" (§. 20.). — „Alle Gummata und Balsame haben mit der Pflanzenmilch grosse Verwandtschaft: so wird die Milch vom Fenchel beym Stehen in einen hellen Balsam, die von Scorzonere und Löwenzahn in ein Gummi verwandelt" (§. 21.). — „Die wässerig-öligen Pflanzensäfte sind milchig oder sonst undurchsichtig vermöge der Vermischung der wässerigen Theile mit den öligen, während reine Lymphe, Schleime und Harze durchsichtig sind. Destillirtes Oel einer Pflanze, z. B. Anisöl, ist so klar, wie reines Wasser: vermengt man es aber mit solchem, so entsteht eine milchweisse Flüssigkeit. Die nemliche Ursache also macht die Weisse des Pflanzensafts, wie der thierischen Milch, nemlich eine Vermischung von Wasser und Oel bis in die kleinsten Theile: denn auch Serum und Oel der thierischen Milch, wenn von einander geschieden, sind völlig durchsichtig" (§. 13.). — Es kann also ein und der nemliche Pflanzensaft sich bald als eine Milch, bald als ätherisches Oel, Harz oder Gummi darstellen. Die Wurzel von Chaerophillum sylvestre giebt aus den nemlichen Gängen im Winter ein Oel, im Anfange Sommers eine Milch von sich. Milch von Rhus typhinum bildet in abgestandenen Stämmen, nachdem die wässerigen Theile entwichen, ein braunes stark durchscheinendes Gummi; die der Wolfsmilcharten scheidet sich durch Gerinnen in einen wässerigen und einen gummig-harzigen Theil. Diese Uebereinstimmung bestätiget sich durch das gleiche Verhalten der Pflanzenmilch, wie wenn es eine harzige oder ölige Emulsion wäre, unter dem Microscope. Es zeigt sich in einem Wasser ein körniges Wesen, dessen, in Klumpen geballte Körner sehr klein, von verschiedener Form

Digitized by Google

und bey der Wolfsmilch mit stabförmigen Körpern untermischt sind. Ein ganz ähnliches, feinkörniges Wesen nimmt man bey gleicher Behandlung in der thierischen Milch wahr, von welcher die Pflanzenmilch sich nur unterscheidet durch die Schärfe, welche sie, übereinstimmend mit ihrem Ursprunge, fast allgemein und vielleicht nur mit sehr wenigen Ausnahmen hat, wogegen die thierische Milch, da sie das Fett, ein mildes Oel, zur Basis hat, auch von einer durchaus milden Beschaffenheit ist. Nach diesen Thatsachen darf man, wie ich glaube, kein Bedenken tragen, die Milch der Pflanzen ihren gummösen, harzigen oder öligen Theilen beyzuzählen.

§. 87.

Meynung von C. H. Schulz in Rücksicht ihrer.

Ganz abweichend von der bisher entwickelten Ansicht der Milch und ihrer Behälter im Vegetabile ist die von C. H. Schulz (D. Natur d. leb. Pflze. I.). Er findet, was die äusseren Eigenschaften und die Bestimmung betrifft, grosse Uebereinstimmung zwischen ihr und der Thiermilch, aber hält sie sehr verschieden von den harzigen und ähnlichen Secretis der Gewächse, ohne Gründe dafür aus der Erfahrung beyzubringen. So sollen dann auch die Gefässe, welche diese Milch enthalten, ganz andere seyn, als die, so die harzigen Flüssigkeiten führen, nemlich Röhren von derjenigen Art, welche J. P. Moldenhawer und Andere eigene Gefässe genannt, jedoch mit dem Unterschiede, dass solche in den jüngsten Trieben ungegliedert, später aber gegliedert und an den Absätzen mit Queerwänden versehen seyen. Sie sollen, die Bündel der Spiralgefässe begleitend, ein in sich zurückkehrendes System von Gängen bilden und Schulz nennt sie Lebensgefässe, indem der Milchsaft darin als belebt und durch eigene Thätigkeit bewegt angenommen und Lebenssaft (latex) genannt wird. Die harzigen Secreta dagegen werden betrachtet als ausserhalb der Sphäre des Lebens getreten und in den grossen Behältern, wie sie z. B. in Rhus und Pinus vorkommen, gelagert, deren Wände jedoch aus Lebensgefässen gebildet seyn können, in welchem Falle beym Durchschnitte der Lebenssaft zugleich mit dem Harze hervordringt.

Digitized by Google

Diese Ansicht, durch keine Beweise unterstützt und ohne Rücksicht auf die entgegenstehenden Gründe vorgetragen, hat, mit unwesentlichen Abänderungen F. J. F. Meyen zu der seinigen gemacht in einer Abhandlung (Linnäa II. 632.), wovon drey Jahre darnach ein meistens wirklicher Auszug, nur mit Weglassung der Excurse und ungeeigneten Ausdrücke, in des nemlichen Verfassers Phytotomie (5. Abschn. vergl. 3. Abschn. 4. Cap.) aufgenommen worden. Indessen habe ich so wenig für ein selbstständiges, in sich zurückkehrendes System dieser, angeblich dabey in immer kleinere Zweige sich auflösenden, Lebensgefässe, deren sehr feine Membran nur erst in alternden Theilen sichtbar seyn soll, als für die Verschiedenheit der Pflanzenmilch von den gummösen und harzigen Secretis irgend einen Grund oder eine Beobachtung von Bedeutung vorgefunden, wofern man nicht etwa Machtsprüche, wie: dass nicht der lebende, sondern nur der abgestorbene Lebenssaft Harz enthalte, dass es kein Harz sey, worin er sich durch Gerinnung verwandelt (Phytot. 300.) u. s. w. dafür gelten lassen will. Decandolle (Phys. veget. I. 259.) führt mehrere Thatsachen an, zu zeigen, dass der Pflanzenmilch eine Verschiedenheit der Eigenschaften nach den verschiedenen Gewächsen beywohne; was unbedingt zugegeben werden muss, ohne dass etwas daraus zu Gunsten der Schulzischen Ansicht folge.

§. 88.

Verbreitung und Vorkommen dieser Saftbehälter.

Da also der Inhalt der eigenen Saftbehälter ein Secretum von eigenthümlicher Beschaffenheit ist: so frägt sich: Ob ihr Vorkommen ein eingeschränktes oder ein allgemeines sey. Malpighi ist geneigt, das letzte anzunehmen, indem die Kleinheit dieser Gefässe oder auch die Durchsichtigkeit und Flüssigkeit der in ihnen enthaltenen Säfte Ursache seyn möge, dass man sie nur bey einem Theile der Gewächse antreffe (L. c. 34.). J. Hill dagegen glaubt, dass solche nur dann in einer Pflanze anwesend seyen, wenn diese gewisse ausgezeichnete Qualitäten besitze, indem sie solche nur den Secretis, so die gedachten Behälter einnehmen, verdanke. Diese letzte

Digitized by Google

Meynung verdient, wie ich glaube, den Vorzug, da sie sich auf eine Thatsache gründet und nicht auf eine Hypothese, wie die von Malpighi. Wäre der eigene Saft das Material der Ernährung, so würde er, ähnlich der thierischen Milch, vielmehr von weniger Verschiedenheit, als von so bedeutender seyn, dergleichen wir ihn antreffen. Auch würde von einer in der Gärtnerey bekannten Thatsache, nemlich dass Pflanzen mit häufigen milchigen oder harzigen Säften nicht wohl durch Pfropfen vermehrt werden können, sich kein Grund angeben lassen, da das Gegentheil erfolgen müsste, falls jene Ansicht gegründet wäre. Betrachtet man ihn hingégen als das Residuum des Ernährungsprocesses, so ist begreiflich, warum man ihn zuweilen in solcher Menge, zuweilen sparsam, zuweilen gar nicht antrifft, warum er so sehr kohlenhaltig ist, warum er mit der Zeit vertrocknet, ohne zur Ernährung gedient zu haben. Doch muss man, glaube ich, unter Milch nicht verschiedenerley Dinge begreifen. Drückt man z. B. die Cotyledonen oder das Eyweiss eines Saamen, der zum Behuf des Keimens Wasser eingesogen und davon sich ausgedehnt hat, so wird das Ausgedrückte zwar milchiger Art seyn, aber diese Milch ist eine blosse Zertheilung der, in den Cotyledonen oder im Albumen enthaltenen, Mehlkörner im Wasser und von den, in den eigenen Gefässen enthaltenen, gefärbten Flüssigkeiten durchaus verschieden. Auch bewirkt jene für sich keine Ernährung, sondern muss, um dieses zu können, sich erst in eine gleichförmige Flüssigkeit verwandeln, wie man bey anfangendem Keimen deutlich bemerken kann.

Fünftes Capitel.

Von der Entstehung und Entwicklung der Elementartheile.

§. 89.

Entstehung des Zellgewebes.

Diese Betrachtung ist eine der anziehendsten, aber die Beobachtung eine der schwierigsten in der Physiologie der

Digitized by Google

Pflanzen. Betreffend zuerst die Bildungsweise des Zellgewebes: so stellt Sprengel es (Anl. I. 89. 98.) als eine Vermuthung, als eine Wahrscheinlichkeit auf, dass Kügelchen und Bläschen, welche sich ausdehnen, die Grundlage der Zellen seyen. Man nehme sie da wahr, wo Zellgewebe sich zu bilden im Begriff ist und so schienen sie als das erste Product dieser Bestimmung angesehen werden zu müssen. Für diese Meynung versuchte ich einen weitern Beweis darin aufzustellen, (V. inw. Bau 2. 3.), dass gewisse Conferven, die offenbar nichts anderes als gereihete Zellen sind, bey ihrer ersten Bildung als blosse Reihen von Kügelchen erscheinen, die sich allmählig ausdehnen und die Form jener Zellen annehmen. Diese Ansicht suchte ich später (Beytr. 4—7.) durch weitere Entwicklung der dort nur angedeuteten Gründe zu unterstützen, so wie (Verm. Schriften IV. T. III. F. 8—11.) durch neue Beobachtungen über die Art, wie das Zellgewebe in den zarten Blättern der Jungermannia asplenioïdes sich bildet und wächst. Indessen wurde sie von Mirbel (Expos. 56.) mit dessen Theorie von Bildung des Zellgewebes sie in directem Widerspruche stand, für ungereimt erklärt, von Link aber (Grundl. 29.) und Moldenhawer (Beytr. 64—66.) mit Gründen bestritten. Sprengel (V. Bau 72—77.) glaubte diese Schwierigkeiten dadurch wegzuräumen, dass er auf einem Unterschiede der durchsichtigen Bläschen, wie sie z. B. in den Saamenlappen der Bohnen vorkommen, und der dunkeln Körner oder körnigen Niederschläge, wovon das ausgebildete Zellgewebe voll sey, bestand und nur von den ersten den Uebergang in Zellen behauptete. Es ist beachtenswerth, dass in eben dem Lande, von welchem aus die Entstehung der Zellen aus den Kügelchen des Saftes für ein Trugbild der Einbildungskraft erklärt ward, später die stärksten Verfechter dieser Meynung aufgetreten sind. Dupetit-Thouars (Ess. s. l. veget. 65. Hist. d'un morc. d. bois 95. 155.) lässt das Parenchym entstehen durch Kügelchen von Stärke, welche durch die in ihnen geweckte Vegetations-Kraft, sich grün färben, sich in Blasen ausdehnen und sich einander drückend, eine vieleckige Form annehmen. Er gesteht jedoch, dass es nur eine Ansicht sey und dass er keine

Digitized by Google

Beobachtungen darüber mit dem Microscope angestellt habe. Raspail (Developp. d. la fecule; Ann. d. Sc. nat. VI. 410.) lässt ebenfalls das Zellgewebe aus der Fecula, worunter er die Kügelchen sowohl der Stärke als des grünen Stoffs zu verstehen scheint, in der Art sich bilden, dass die ausgewachsenen Zellen sich öffnen, und ihren Körnergehalt ausschütten, die Körner aber, deren jedes aus einem Häutchen und einer von ihm eingeschlossenen flüssigeren Substanz bestehen soll, durch die Wirkung der Wärme sich in neue Zellen ausdehnen, deren Wände dann unter einander verwachsen. Nach Turpin (Sur l'orig. d. corps propagateurs d. vegetaux etc. Mem. du Mus. XVI. Sur l'orig. et la formation prim. du tissu cell. Mem. d. Mus. XVIII.) ist jede der Blasen (protospherie), deren Zusammenfügung das Pflanzenzellgewebe bildet, ein Individuum (individu distinct, centre vital): an ihrer innern Oberfläche erzeugen sich, als Folge ihrer Entwicklung Kügelchen (globuline), welche sich ausdehnen, hohl werden und sich so in neue Blasen (vesicules-meres) verwandeln, während an ihrer inneren Wand wiederum neue Kügelchen entstehen. Dieser Vorgang wird mit viel Selbstvertrauen als etwas Ausgemachtes, auch in Abbildungen, dargestellt.

§. 90.

Kügelchen scheinen Anfänge der Zellen.

Die Sache aber lässt sich, wie ich glaube, nur bis zu einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit treiben. Erkennt man, wie fast von allen Physiologen geschieht, Blasen als die Elemente des Pflanzenzellgewebes an: so muss die Frage nach der Bildung dieses Gewebes unstreitig von der Bildung der einzelnen Blase ausgehen. Nun kann man diese an und für sich kaum anders sich vorstellen, als in der Art, dass ein Kügelchen, welches von der allgemeinen organischen Materie sich abgesondert hat, nach allen Seiten sich ausdehnt. Eben so wenig kann man in Abrede seyn einerseits die Dehnbarkeit der halbflüssigen organischen Materie, des bildungsfähigen Pflanzensafts, andrerseits die Gegenwart einer ausdehnenden Kraft bey allen Bildungen im lebenden Körper. Auch finden wir nicht, dass die Gegner z. B. Moldenhawer diesen Vor-

Digitized by Google

gang an sich geläugnet hatten. „Die Zellen, sagt Mirbel (Expos. 87.), zeigen sich zuerst als sehr kleine Kügelchen.“ Nur dass er sich wirklich erweisen lasse, dass er Gegenstand der Wahrnehmung sey, dass namentlich die Kügelchen, welche man im Zellgewebe der Saamenlappen, der Blätter, der Rinde antrifft, der erste Zustand der Zellen seyen, das ist es, was bestritten wird. Diese Kügelchen, heisst es, verhielten sich physisch ganz anders, als die Zellenmembranen; man sehe nicht, wie sie, um neue Zellen zu bilden, die alten verlassen könnten, als durch Zerreissung der Häute oder durch Löcher, dergleichen man doch nicht wahrnehme, und ebenso wenig, wie sie so regelmässig sich ordnen könnten, dass Zellgewebe daraus werde; auch finde man diese Kügelchen zuweilen in Menge da, wo sich kein neuer Zellstoff bilde und wiederum dieses, ohne dass man eine Anhäufung von Kügelchen wahrnehme (Link). Hierauf lässt sich antworten, dass die verschiedene Entwicklung organischer Materie immer auch ein verschiedenes Verhalten gegen physische und chemische Agentien bedinge, dass die Membranen der Zellen, welche sich ihres Körnergehalts entlediget, resorbirt werden, oder auf andere Art für die Beobachtung verloren gehen können (Raspail); dass die gleichförmige Grösse und regelmässige Disposition, welche die Zellen mit anderen Elementartheilen gemein haben, aus der in allen Kügelchen gleichmässig wirkenden Ausdehnungskraft sich hinreichend erklären. Nichts gewöhnlicher, als dass eine Anlage zu Organen vorhanden ist, ohne dass es zur Ausbildung derselben kommt und wiederum, dass diese nur ausgebildet ohne die Anlage wahrgenommen werden: sollte das Nemliche nicht auch von Elementar-Organen gelten? Die bedeutendste Schwierigkeit ist: dass man den Uebergang noch nicht wahrgenommen hat, obschon diese Wahrnehmung leicht seyn müsste z. B. in den Saamenlappen der Bohne (Moldenh. Beytr. 65.). Und allerdings siehet man, wenn das Keimen vor sich geht, die Stärkekörner das Albumen oder der Saamenblätter beym Hinzutreten von Wasser in eine gleichförmige Flüssigkeit sich auflösen. Nach den Beobachtungen von Raspail bersten sie dabey und theilen ihren gummösen Gehalt dem Wasser mit: worauf die geborstenen

Digitized by Google

Häutchen, worin jener befindlich war, allein zurückblieben. Allein es frägt sich: Ob diese nun an Bildungsstoff reiche Flüssigkeit, ehe sie in Zellen geformt erscheint, nicht wiederum als eine Masse von Kügelchen sich dargestellt hatte, welcher Zustand nur schnell vorübergegangen und deshalb nicht wahrgenommen war. Erkennt man an, dass das Zellgewebe aus Blasen zusammengesetzt sey, so kann man die Nothwendigkeit davon, wie ich glaube, nicht in Abrede stellen. Auch scheint ein solcher Vorgang, der bey zusammengesetzteren Gewächsen in dichten Schleyer gehüllt ist, bey einfacheren, wo die Zellen minder vollkommen verbunden sind, unverhüllter sich darzustellen. Bey Jungermannia asplenioïdes bildet eine einfache Zellenlage das Blatt, bey Batrachospermum plumosum V. eine ästige Zellenreihe, bey Hydrodictyon R. ein einfaches Netz von Zellen das Gewächs. Diese Zellen nun haben im Entstehen ganz die Form, wie die der Kügelchen ist, welche sie einschliessen, wenn sie ganz ausgewachsen sind. Auch kann man den Uebergang dieses ersten Zustandes in die ausgebildete Zellenform durch alle Mittelglieder verfolgen. Hier indessen hat die Beobachtung ihre Gränzen und lehrt nicht, dass die Kügelchen in den Zellen wirklich die ersten Anlagen neuer Zellen seyen, sondern nur, dass die Zellenrudimente mit jenen Kügelchen völlig übereinkommen.

§. 91.

Ihre Entstehungsart nach Mirbel.

Hiezu kommt, dass jede andere Art, wie man die erste Entstehung und nachmalige Ausbildung des Zellgewebes sich vorstellen mag, von grossen Schwierigkeiten umgeben ist. Mirbel, in einer vortrefflichen Arbeit, worin er die Bildung verschiedener reinzelliger Organe bey Marchantia polymorpha untersucht hat (Rech. anat. et physiol. s. l. March. polym. Mem. d. l'Acad. d. Sc. 1833.) glaubte dreyerley Arten, wie die Zellen dabey sich vervielfältigen, beobachtet zu haben: durch Ansatz von Aussen (développement superutriculaire); durch Einfügung zwischen anderen (d. interutriculaire) und durch Bildung kleinerer Zellen innerhalb grösserer (d. intrautriculaire a. a. O. 33.). In der ersten Art der Entwicklung,

Digitized by Google

die an den keimenden Saamen der Marchantia beobachtet wurde (12. 13. T. III. F. 22—30.), soll das Zellgewebe dergestalt sich vergrössern, dass neue Zellen an der Aussenseite der alten nach einer gewissen Regel sich ansetzen. Diese bleiben dabey unverändert und jene sind von ihnen, das jüngere Ansehen abgerechnet, in keinem Stücke verschieden. Diese Beobachtung ist ganz übereinstimmend mit der Vorstellung, welche Kaulfuss (Wesen der Farrenkräuter 60. Fig. 16—23.) vom Keimen der Saamen, von Pteris serrulata L. gegeben hat. An diesem, in allen Gewächshäusern so gemeinen Farrenkraute habe ich das Wachsen des Cotyledon ebenso wahrgenommen: allein dabey ist nicht so leicht, als man glauben möchte, zu sagen, welches die jüngsten Zellen seyen. Weder Gefässe, noch Farbe, noch Körnergehalt können darüber entscheiden und darauf gründet sich doch der ganze Beweis, dass neue Zellen sich hier von Aussen angelegt haben. Die zweyte Art, wie neue Zellen zum Vorschein kommen, ward aus den Veränderungen ermittelt, so an jedem Randzahne der becherförmigen Organe (Scyphi Schmid. Cyathi Hedw.) durch fortschreitende Entwickelung sich ereignen (31. T. IV. F. 33. 34.). Zwischen Schläuchen, die einander unmittelbar berühren, hatten andere sich eingeschoben, die ihnen völlig glichen, ohne dass jene dabey sich verändert hatten. Es ist dabey zu bemerken, dass Mirbel diese Veränderungen erst wahrnahm, nachdem sie fertig waren, nicht aber ihnen, indem sie vor sich gingen, zusah. Der dritte Modus der Bildung ward beobachtet, indem er die erste Entwicklung und Vergrösserung der, in jenen Bechern enthaltenen, Knospenkeime verfolgte (14. T. IV. F. 32. 35.). Innerhalb einer einzelnen Zelle (denn daraus entstand allererst ein solcher Keim) entstanden deren zahlreiche neue, wobey die erste schien absorbirt zu werden, wenigstens nicht weiter sichtbar war. Auch hier gelang es dem Beobachter nicht, die Natur auf der That zu ertappen; er bemerkte bloss eine Trübung, ein Entstehen grüner Flecken in der Mutterzelle, worauf die neuen Formen sich fertig darstellten, wiewohl anfangs in kaum zu erkennenden Umrissen. In allen drey Fällen, über deren allgemeines, muthmassliches Vorkommen Mir-

Digitized by Google

bei sich nicht weiter erklärt, finde ein Bilden von Zellgewebe Statt ohne Trennung der Continuität; was wie er glaubt, die von mir angegebene Entstehungsart desselben aus Kügelchen gänzlich beseitige. Aber es fehlt diesem Beweise die Hauptsache, nemlich die beobachtete Entstehung neuer Zellen vom Zustande des ersten Rudiments an. Sollte es überhaupt möglich seyn, dass dieser erste Zustand Gegenstand der Beobachtung wäre, so könnten nur in ihm die Zellenanlagen zu neuem Zellgewebe sich zusammensetzen. Nach der Meynung von Theod. Hartig (Ueb. Verwandlung d. polycotyledon. Pflanzenzellen in Pilzgebilde 6. 7.) geht die Bildung des Zellgewebes folgendermaassen vor sich. Die einzelne Zelle entsteht nicht aus einem einzelnen Bläschen, sondern durch Aneinanderreihung und Verwachsung vieler derselben. Eine innere Kraft, wahrscheinlich Saftandrang, treibt die blasige Membran auseinander und die zusammengedrückten, abgeflachten Bläschen fallen in eine scheinbare einfache, wasserhelle Membran zusammen. Wiewohl dieser Vorgang durch Abbildungen anschaulich gemacht worden (T. I. F. 2—5.), muss ich doch bekennen, dass ich mir von demselben, da es an aller Analogie fehlt, keinen rechten Begriff habe machen können.

§. 92.

Bildung der Intercellulargänge.

Auch die Entstehung der Zwischenzellengänge ist nur zu erklären aus einer Bildung des Zellgewebes durch Vereinigung discreter sphärischer Theilchen, davon jedes für sich, mit gleicher Kraft wie das andere, sich ausdehnt. Begreiflich kann diese Ausdehnung nur so lange geschehen, als diese Materie noch weich und unerhärtet ist. Kommen also in diesem Zustande mehrere Blasen in eine innige Berührung mit einander, so werden sie unter sich verwachsen in dem Maasse, als der Gerinnungsprocess fortschreitet. Hier also bedarf es keinesweges, wie Mirbel sich vorstellt (Expos. 59. 60.), gewisser Fibern, welche diese sämmtlichen Blasen in einen Gesammtkörper mit Beybehaltung ihrer Form so vereinigen, wie etwa durch Verflechtung von Ruthen ein

Digitized by Google

Korb gebildet wird: sondern die blosse Gerinnbarkeit der organischen Materie bringt dieses eben so zu Stande, als im Thierreiche die Vereinigung getrennter Theile allein dadurch bewirkt wird. — Wir müssen jedoch annehmen, dass, während die Blasen sich unter einander verbinden, die ausdehnende Kraft in ihnen in gleichförmiger Art fortwirke, um die Entstehung der kleinen Höhlen, Intercellulargänge genannt, zu erklären. Da nemlich diese Ausdehnung auf einen gewissen Raum beschränkt ist, vermöge der Gesammtform, welche der Bildungsprocess darzustellen hat, so wird die Peripherie der Zellen stets nach der vieleckigen Form streben, als der, welche ihre möglichste gegenseitige Ausdehnung gestattet. Begreiflicherweise aber sind es die Ecken, wo einerseits der gegenseitige Druck am geringsten ist und wo andererseits die Rigidität der erstarrenden Zellenhäute ihm den meisten Widerstand entgegensetzt. Diese werden daher sich hier von einander entfernen und Folge davon die Bildung freyer Zwischenräume seyn, die, je nachdem zwischen Druck und Widerstand ein verschiedenes Verhältniss besteht, geräumiger oder kleiner seyn, zuweilen auch gänzlich fehlen werden, zum Beweise, dass sie überhaupt keiner wichtigen Verrichtung vorstehen. So hat Mirbel deren bey Marchantia polymorpha nicht gefunden, obwohl er ihre Anwesenheit im Zellgewebe überhaupt anerkennt (Rech. s. l. March. 27.); auch lässt er nun ihre Entstehung bey ursprünglicher Bildung des Zellgewebes zu, da er früher ihnen einen späteren und zufälligen Ursprung zugeschrieben hatte (Organisation etc. du liber etc. Mem. du Museum XVI. 15—17.). Von der Idee nemlich ausgehend, dass die Scheidewände der Zellen einfach seyen, musste er dennoch, was er früher geläugnet hatte, eine Doppelheit derselben an den Ecken der Zellen und in Verbindung damit, gewisse kleine Lücken daselbst bemerken. Allein er erklärte solche für Wirkungen einer fortschreitenden Erhärtung der Zwischenwände, die an den beyden Oberflächen schon eingetreten seyn musste, während die Masse dazwischen noch weich war und deshalb eine Trennung zuliess. Es war von dem unermüdeten Beobachter zu erwarten, dass er, nachdem er die Fesseln früherer

Digitized by Google

Vorurtheile abgestreift, der Wahrheit die ihr gebührende Anerkennung nicht versagen würde.

§. 93.

Veränderung der Zellenwände.

Die Wände der Zellen können durch Fortschreiten der Vegetation Veränderungen erleiden. Sie können sich verdicken bey fortwährendem Einströmen und Stagniren gerinnbarer Materie. So sehen wir von den Zellen der Oberhaut, der Strahlenblättter, welche das Holz durchsetzen, so sehen wir von denen des Markes die Membranen unter gewissen Umständen nach und nach eine so bedeutende Dicke erhalten, dass die Zellenhöhle fast verschwindet. Sie können dann im Innern des Vegetabils nicht nur die Consistenz, sondern auch die Farbe der Holzsubstanz annehmen. H. Mohl hat beobachtet, dass diese Ablagerungen häufig gewisse Stellen der Membranen frey lassen, die dann, insofern die Haut hier die ursprüngliche Zartheit behält, als Löcher oder Spalten erscheinen (Ueb. d. Poren des Pflanzenzellgewebes; Flora 1831. XXV.). Auf diese Weise lässt sich auch die Entstehung der spiralen oder ringförmigen Bildungen erklären, wovon oben erwähnt worden, dass sie an den Zellen der Kapselhaut von Equisetum und Marchantia, an denen des zelligen Ueberzuges der Luftwurzeln von Epidendrum u. s. w. bemerkt werden. Meyen (Phytot. 160. 161.) scheint der Meynung zu seyn: dass, wo eine solche Faserbildung an Zellen vorkommt, die Fasern zum Inhalte derselben gehören und frey in deren Innerem liegen, also auch ihre Lage verändern können. Aber H. Mohl fand diese Fasern in keiner Periode ihres Vorkommens frey: immer standen sie mit der Zellenwand in organischer Verbindung und er betrachtet sie als spätere Auflagerungen, wobey die Membran oft bis auf ein blosses Fasernetz oder blosse Faserringe reducirt werde. Dieser Ansicht muss ich ganz beytreten. Immer bemerkte ich, und am entschiedensten an den sogenannten Luftwurzeln, die spirale Bildung als eine später eingetretene Veränderung der Zellenwand selber, und nie vermochte ich durch Zerreissung einer

Digitized by Google

dieser Zellen die spirale oder ringförmige Faser von ihr getrennt darzustellen. Dieses ist auch das Ergebniss der Beobachtungen von Mirbel (Complem. d. Obs. s. l. Marchantia 47 — 49.) an den Ringen der Kapselhaut von Marchantia, so wie an den Elateren derselben. Man darf daher, wie ich glaube, annehmen, dass diese Ringe, diese spiralen Fibern entstehen durch eine gerinnbare Materie, welche in dieser Richtung an den Zellenwänden sich ablagert und erhärtet, wiewohl es schwer seyn dürfte, augenscheinliche Beweise von diesem Vorgange zu geben, noch mehr aber, die Ursache desselben auszumitteln.

§. 94.

Ursprung der fibrösen Röhren.

Die Entstehung der fibrösen Röhren, sowohl des Splints, als des Bastes kennen zu lernen, habe ich viele Mühe, wiewohl ohne sonderlichen Erfolg, angewandt. Sobald ich im Stande war, sie in neuangelegten Theilen zu unterscheiden, waren sie von häutig-gallertartiger Beschaffenheit, und einem schmutzigen, grauen, sehr blassen Grün, dabey glänzend und durchscheinend, ohne durchsichtig zu seyn. In ihren Umrissen glichen sie ganz den ausgebildeten Theilen dieser Art, nur waren sie minder verlängert; ihre Zusammenfügung war die nemliche, ihr Zusammenhang locker und ein blosses Zusammenkleben (V. inw. Bau 27. 143.). Ich fand es wahrscheinlich, dass diese Körper auf zweyerley Weise entstehen können, nemlich entweder durch Ausdehnung von Kügelchen in die länglich-cylindrische Schlauchform, oder durch Verwachsung von Zellen mit einer besondern Anlage dazu in eine Längsreihe, unter Verschwinden der Scheidewände. Die erste Art der Entstehung dünkte mich aus dem Grunde wahrscheinlich, weil man einen ununterbrochenen Uebergang aus fibrösen Röhren in Zellen durch Mittelkörper wahrnimmt und es der Natur gemäss erscheint, dass wenn diese aus Kügelchen ihren Ursprung nehmen, es auch jene thun, dadurch, dass die Bläschen, statt sich allseitig auszudehnen, darin bloss, oder doch vorzugsweise, Einer Richtung folgen. Allein wie sehr ich mich auch dessfalls abgemühet,

Digitized by Google

einen solchen Uebergang von Kügelchen in verlängerte Schläuche habe ich nicht wahrzunehmen vermocht; vielmehr waren sie in ihrer ersten erkennbaren Form in jenem gallertartigen Wesen, so im Frühjahre zwischen Splint und Rinde sich ergiesst, schon deutliche Schläuche. Auch ist die verschiedene Art der Ausdehnung nicht das Einzige, worin fibröse Röhren und Zellen sich unterscheiden. — Die andere Art der Entstehung neben jener zuzulassen ward ich dadurch veranlasst, dass ich später fibröse Röhren sah, wo ich früher Zellenreihen angetroffen, und dass es offenbar Fälle giebt, wo Scheidewände in röhrenförmigen Bildungen verschwinden durch einen Vorgang, den wir nicht kennen, sey es Zerreissung von zu grosser Ausdehnung, sey es eine Verflüssigung und ein Absorbirtwerden. Allein ich habe nachmals gefunden, dass ich Zellenreihen in fibröse Röhren übergegangen geglaubt, die in andern Fällen ihre Form und ihren Sitz zunächst an und um diese Röhren nicht verändert hatten. Die Entstehung dieses Elementartheils also ist noch weiter auszumitteln, da es auch bey andern Schriftstellern an Beobachtungen darüber fehlt. Link glaubt bey baumartigen Farrenkräutern beobachtet zu haben, dass verlängerte Zellen in den Zwischenräumen von andern Körpern ihrer Art sich bildeten und giebt davon auch eine Abbildung (Elem. phil. bot. 76. T. 1. F. 3.). Allein diese Beobachtung giebt kein Licht über den ersten Ursprung des Fasergewebes: denn hier muss mit der Entstehung des Einzelnen auch die Zusammenfügung mit andern in der Länge gleichzeitig seyn. Dabey wird das nemliche Gesetz beobachtet, wie bey Bildung des Zellgewebes, dass nemlich in derjenigen Richtung, welcher diese Elementartheile bey der Ausdehnung folgten, sie stets in Reihen sich an einander hängen, daher auf den andern Seiten eine schwächere Verbindung haben und leichter sich trennen lassen.

§. 95.

Entstehungsart der Gefässe.

Ueber den Ursprung der Gefässe sind, wie der übrigen Elementartheile der Gewächse, der Beobachtungen wenige vorhanden. Ein Hauptumstand, der dabey stets im Auge

Digitized by Google

behalten werden muss, ist der gegliederte Bau, den alle Pflanzengefässe, obwohl in sehr verschiedenem Grade besitzen, und der eine Zusammenfügung von kürzeren oder längeren Schläuchen in eine einfache Reihe unverkennbar anzeigt. Man darf sich daher vorstellen, dass ein Gefäss entstehen müsse, wenn Zellen oder Faserschläuche oder Mittelkörper zwischen beyden, die an ihren Enden zu einer geraden Reihe verbunden sind, zu einer Zeit, wo die kaum erst gesonderten Theile noch weich und halbflüssig sind, die Bestimmung zu einer grösseren Ausdehnung in Verbindung mit einer eigenthümlichen Gestaltung ihrer Wände, erhalten. Was ich an derjenigen Substanz in Kräutern und holzbildenden Gewächsen, welche die noch gallertartige Grundlage neuer Theile enthält, darüber beobachtet, schien ganz diese Vermuthung zu bestätigen (V. Bau 83—89. Beytr. 24.). Ich bemerkte nemlich daselbst bey der Linde, Schwarzpappel, Rosskastanie, im Klettenstengel u. s. w. einzelne aufsteigende Reihen verlängerter Zellen von minderer Durchsichtigkeit, als die übrigen. Sie hatten ganz die Stellung, wie späterhin die Gefässe und diese traten deutlicher hervor in dem Maasse, als jenes gallertartige Wesen, Cambium von Einigen genannt, sich ausdehnte, und die Elementartheile in ihm sich schärfer sonderten. Es sind daher solche Zellenreihen höchst wahrscheinlich der erste sichtbare Anfang der Gefässe und die Undurchsichtigkeit ihrer Wandungen eine Folge der Veränderungen, welche mit ihnen alsdann beginnen. Was die grössere Ausdehnung dieser Zellenreihen vor andern bewirkt, dürfte nichts anders seyn, als die Fortstossung ihres noch flüssigen Gehalts nach der Richtung der Länge, in der nemlichen Art, wie in organischen Körpern überhaupt innerhalb des belebten Stoffes Gefässe sich bilden und erweitern bloss in Folge des Durchgangs belebter Flüssigkeiten, indem durch das Wachsthum die Nutritions- und Vegetationspuncte vom Quell des Nahrungssafts d. i. dem Orte, wo derselbe aufgenommen oder zubereitet wird, sich entfernen, mit welchem sie vor Anbeginn der Entwicklung in mehr oder minder unmittelbarem Zusammenhange waren (C. F. Wolff von der eigenthüml. und wesentl. Kraft. §. 125.). Eine Schwierigkeit zwar

Digitized by Google

scheinen gegen diese Ansicht die Scheidewände zu erheben, welche sich da befinden müssen, wo die Extremitäten zweyer Zellen verbunden sind. Allein dass Queerwände verschwinden können durch irgend einen, näher auszumittelnden, Vorgang, den Lindley eine Assorption nennt (Rep. of the Brit. Assoc. f. 1833. 30.), davon überzeugen uns analoge Thatsachen. Bey den Conferven z. B., die Vauchers Gattung Conjugata ausmachen, vereinigen die Glieder zweyer Fäden sich durch einen von ihnen beyden ausgehenden Zapfen und wo diese Zapfen sich zusammenfügen, muss die Queerwand nothwendig zerstört werden: denn wir sehen die körnige Masse aus dem einen Gliede in das andere dadurch ungehindert übergehen (Vaucher Hist. d. Conf. d'eau douce T. IV. F. 3.). Uebrigens habe ich ein Missverständniss veranlasst, indem ich jene Schlauchreihen, welche als die ersten Anfänge der Gefässe erscheinen, nicht nur mit den wurmförmigen Körpern verglichen, sondern sie auch wohl so benannt habe (V. inw. Bau 83. 87.). Es ist geglaubt worden (Sprengel v. Bau 122.): ich habe die bekannte, ausgebildete Gefässform, welche von mir mit jenem Namen bezeichnet ward, überhaupt für nichts Anderes gehalten, als für Anfänge von Gefässen, wovon doch aus dem, was ich von jenen gesagt, das Gegentheil sich ergiebt. Meine Meynung ist daher nur, dass die Gefässe bey ihrem ersten Entstehen sich häufig in einer Form darstellen, welche mit der der rosenkranzförmigen oder wurmförmigen Körper übereinstimmt. J. P. Moldenhawer beobachtete ebenfalls das erste Erscheinen der punctirten Gefässe bey der Mayspflanze als eine Zusammenfügung sehr kurzer Schläuche (Beytr. 164.) und H. Mohl die Bildung der Pflanzengefässe überhaupt unter der Gestalt von Längszellen, mit der Besonderheit, dass die Queerwände bey Palmen, Gräsern und andern Monocotyledonen sich häufig erhalten, jedoch bey Dicotyledonen bald zu verschwinden pflegen (Ueb. d. por. Gef. d. Dicotyl. a. a. O. 450. 455.) Auch Henry Slack hält es für ein Ergebniss der Beobachtung, dass Zellen, mit ihren Enden verbunden, die Grundlage der Gefässe hergeben (A. a. O. 195.) und Mirbel, dass gewisse, hohle cylindrische Organe im Innern des Ge-

Digitized by Google

wächses Zellen sind, welche durch Entwicklung in jener veränderten Gestalt erscheinen (Rech. s. l. March. 30.).

§. 96.

Entstehung ihres verschiedenartigen Baues.

So wenig aber diese Art von Entstehung der Gesammtform der Gefässe sich verkennen lässt, so schwierig ist, zu sagen: wie der eigenthümliche Bau ihrer Wände, der spirale, ringförmige, gestreifte, punctirte, dabey entstehe und meine Versuche, durch Beobachtung darüber ins Klare zu kommen, sind an der gallertartigen Weichheit, so die Theile in diesem Zeitraume hatten, verunglückt. Ich habe daher die Lücke, welche hier die Wahrnehmung liess, durch einige Vermuthungen auszufüllen gesucht. Da einerseits die Tüpfel der punctirten Gefässe mir in der nemlichen Art erschienen, wie die Kügelchen an den Zellenwänden des Parenchyms, andrerseits ich in den Queerstrichen der gestreiften Gefässe nicht selten Ueberreste von körniger Materie wahrzunehmen glaubte: so vermuthete ich, dass zur Bildung der Puncte es der blossen Fixirung der Kügelchen an den Wänden bedürfte, indem ich die Stellung derselben in Reihen als Folge der Ausdehnung gegen den Umfang betrachtete. Die Bildung der gestreiften und Spiralgefässe aber glaubte ich, gemäss jener Beobachtung, am besten so erklären zu können, dass eine gallertartige Materie in den Zwischenräumen der Körnerreihen sich fortbewege: indessen genügten mir diese Hypothesen selber sehr wenig und ich legte daher keinen Werth darauf (V. Bau. 81.). Moldenhawer, indem er meine ungeschmückte Meynung nicht ohne Verunstaltung und mit ungerechtem Zweifel an der Richtigkeit einiger zu ihrer Unterstützung von mir beygebrachten Thatsachen wiedergiebt, hat eine andere Ansicht darüber aufgestellt (A. a. O. §. 71. S. 264.). Die zusammengesetzten kurzen Schläuche nemlich, unter deren Gestalt, wie gemeldet, die punctirten Gefässe ursprünglich erscheinen und deren jeder sich für sich ausbildet, scheinen ihm mit einem gallertartigen Schleime überzogen, worin man bald dunkle Linien gewahr wird, die sich allmählig sowohl verlängern, als breiter werden und durch

Digitized by Google

feine Fäden unterbrochen sind. Jene sind die Anfänge von Queerspalten, welche sich mehr und mehr ausbilden, so dass endlich eine verästelte Spiralfaser daraus entsteht: die feinen Längsfäden aber sind die Rudimente derjenigen Substanz, welche im ausgebildeten Gefässe die Queerfibern mit einander verbindet. Es braucht nicht erinnert zu werden, dass der Ueberzug von Gallerte, die dunkeln Linien darin, welche sich allmählig verlängern und die Theilung der Gallerte in Spiralfibern rein hypothetische Dinge sind und man kann daher nicht sagen, dass dem Phänomen dadurch im Wesentlichen näher gerückt worden sey.

§. 97.

Mirbels Ansicht.

Mirbel, indem er meiner anspruchlosen Hypothese auf eine nicht eben anständige Weise erwähnte (Expos. 208.), war bald mit einer Erklärung fertig, die auf reine Beobachtung gegründet seyn sollte. Er glaubte in mehreren Gewächsen Zellen zu bemerken, deren Wände durchlöchert oder gespalten seyen und er liess demnach die, von ihm sogenannten, porösen Gefässe, falschen Tracheen und Tracheen in der Art entstehen, dass einfache Zellen sich ausdehnen und ihre Wände Poren und Spalten von verschiedener Gestalt und Breite gewinnen (A. a. O. 88.). Durch seine neuesten Beobachtungen der Schleudern gewisser Lebermoose, so wie der spiralen oder auf andere Weise durchbrochenen Zellen der inneren Haut der Pollensäcke (Rech. anat. phys. s. l. March.) glaubt er diese Ansicht noch tiefer begründet. Es entständen solche Bildungen augenscheinlich aus einfachen ungetheilten Schläuchen in der Art, dass z. B. an einem solchen, der nachmals eine Schleuder gab, die Haut sich verdickte und im ganzen Umfange der Länge nach mit zwey parallelen, sehr einander genäherten, schraubenförmigen Strichen gezeichnet ward. Diese Striche wurden endlich Spalten, wodurch die Wand von einem Ende zum andern in zwey spirale Fäden sich auflöste (A. a. O. 47.). Auf ähnliche Weise sollen poröse Zellen in der innern Membran der

Digitized by Google

Pollensäcke entstehen. Die Identität solcher durchbrochenen Schläuche nun mit den verschiedenen Gefässen springe in die Augen und die angegebene Art der Entstehung der Gefässe sey demnach keine Hypothese mehr; sondern einem Factum gleich zu achten. Allein zuförderst ist mir keine Beobachtung bekannt, woraus mit Zuverlässigkeit eine Theilung einer Zellenwand durch von selber entstandene Spalten und Risse sich ergäbe. Was man für solche halten kann, die dunkeln ringförmigen und spiralen Linien z. B. bey Sphagnum, Marchantia, Epidendrum u. s. w. sind meines Erachtens Fibern, so mit der Zellenhaut aufs Innigste verbunden sind. Die Entstehung derselben, so wie hier angegeben worden, ist unstreitig eine blosse Hypothese, die vor der meinigen nichts voraus hat. Mirbel selber fand den Uebergang in einigen Fällen so schnell, dass er die Mittelstufen nicht wahrnehmen konnte. Ich habe mich ebenfalls vielfältig bemühet, die Bildungsart der spiralen Schläuche bey den Jungermannien auszumitteln, aber nichts weiter im frühesten Alter bemerken können, als abgesetzte, unzusammenhängende Linien in einem wasserhellen, verlängerten Schlauche. Eine verwandte Bildung, nemlich die spiralen Zellen an der Aussenseite des Saamen von Collomia grandiflora, erschien mir, wie ich es früher auch bey werdenden Spiralgefässen bemerkt hatte (V. inw. Bau 88.), als sehr helle cylindrische Schläuche, deren Mittelpunct eine einfache zusammenhängende Reihe von Kügelchen einzunehmen schien. Wäre aber die Entstehung spiraler Zellen auf diese Weise ausgemittelt, so würde es doch damit nicht auch die der Gefässe nach ihren verschiedenen Formen seyn, indem hiebey noch Mehreres in Frage kommt, z. B. bey den Spiralgefässen der Mangel einer die Windungen einschliessenden Haut. Man kann demnach die nächste Ursache der verschiedenen Configuration der Gefässwände noch als unbekannt betrachten, wenn sie gleich zur Faserbildung in den Zellen in einer nahen Beziehung stehen muss.

§. 98.

Vorgebliche Verwandlung der Gefässe.

In einem eigenthümlichen Sinne jedoch lassen mehrere

Digitized by Google

Physiologen die einzelnen Gefässformen in der Art entstehen, dass eine Form in die andere unter Umständen übergehen oder sich verwandeln soll. Ein solcher Uebergang kann überhaupt verstanden werden, entweder der Art nach, wie z. B. Abänderungen in einander übergehen: oder er kann sich am Individuum darstellen. Und wiederum kann derselbe hier entweder zur nemlichen Zeit in den verschiedenen Theilen des Individui, oder er kann zu verschiedenen Zeiten in den nemlichen Theilen sich ausdrücken: vom ersten geben die zu gleicher Zeit ganzen und gelappten Blätter des Sassafras, vom andern die, in sehr alten Individuen stachellosen, Blätter der Stechpalme ein Beyspiel. Indem einige Beobachter Uebergänge in den Gefässformen zuliessen ist viel Streites aus Misverständniss dadurch entstanden, dass man dabey jene verschiedene Bedeutungen dieses Ausdrucks nicht gehörig unterschied. Hedwig zog aus Beobachtung eines Pflanzentheiles in verschiedenem Alter den Schluss, dass die Spiralgefässe durch eine Folge von Veränderungen, in deren Beschreibung man die gestreiften und punctirten Gefässe ziemlich erkennt, nach und nach, vermöge einer Verdickung ihrer Häute, in fibröse Röhren sich verwandeln und als Ursache dieser Veränderung nennt er die Absetzung erdiger Theile aus den Säften an die Wände der Gefässe (De fibr. ortu 25. Spec. Musc. 333.). Nun können allerdings Zellen einen Ueberzug von Innen durch abgesetzte gerinnbare Materie bekommen (Decand. Organogr. I. 54.): allein dass dieses auch für röhrige Organe gelte, davon sind, meines Wissens, keine Beweise vorhanden. Sprengel nahm diese Theorie an (Anl. I. Ausg.) mit bestimmter Angabe der Treppengänge, als des Mittelgliedes zwischen den Spiralgefässen und den Holzröhren. Das Nemliche geschah von Rudolphi (Anat. d. Pflzen. 183. 257.), doch nur mit Fortführung der Verwachsung bis zu den Treppengängen und von Link (Grundl. 57.), welcher auch Bernhardi's Ringgefässe unter die Verwandlungen der Spiralgefässe aufnahm. Kieser (Grundzüge §. 263. 287. u. folg.) stellte, was jene als eine Degeneration durch das Alter, als eine zufällige Wirkung der Ernährung betrachtet hatten, als eine „Metamorphose", eine

Digitized by Google

nothwendige Umgestaltung dar, wovon er die gestreiften und die punctirten Gefässe als die beyden „Stufen“ betrachtete, denen Meyen noch eine dritte und eine vierte Stufe oder „Typen“ wie er sie nennt, hinzufügte. Aber auch in der Erklärung dieser Uebergangsformen weichen die Bekenner dieser Lehre von einander ab. Nach Sprengel und Kieser sind die Striche der gestreiften Gefässe Queerspalten, durch das Verästeln oder theilweise erfolgte Verwachsen der Spiralfiber gebildet: nach Link und Meyen hingegen sind diese und die Tüpfel Ueberreste der an den verwachsenen Stellen (es erhellet nicht warum) nicht mehr sichtbaren Spiralfibern. Nach Kieser sind die Tüpfel die Poren einer besondern Haut, welche auf eine nicht erklärte Weise zwischen den auseinandergezogenen Spiralwindungen oder Ringen der elastischen Fiber sich gebildet hat. Nach Meyens Vorstellung bilden sich die gestreiften und punctirten Gefässe durch eine Verwachsung nicht nur der Spiralwindungen unter einander, sondern zugleich mit den Wänden der umgebenden Zellenlage; was von den übrigen vorbenannten Beobachtern ausdrücklich in Abrede gestellt wird. Gegen diese Verwandlungstheorie sind, ausser mir, Mirbel, Bernhardi und Wahlenberg aufgetreten: auch Sprengel, ihr erster und ältester Verfechter, scheint sie später verlassen zu haben (Desen u. Candolle's Grundr. d. wissensch. Pflanzenkunde I. §. 282. 283.). Diese Gegner lassen zwar auch einen Uebergang zu, aber in einem andern Sinne, nemlich insofern es zwischen den angenommenen Hauptformen der Gefässe sehr viele Mittelformen giebt und sofern eine und die nemliche Röhre, an verschiedenen Stellen betrachtet, öfters eine verschiedene Gefässform darstellt. Auch habe ich es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass eine Gefässart im unentwickelten Zustande die Form anderer Elementarorgane annehmen könne. Allein jene behaupten: es liege in der ursprünglichen, durch Ort, Umgebung, Verrichtung u. s. w. gegebenen Anlage, dass ein Gefäss diese oder jene Form annehme, und daher ändere diese, einmal ausgebildet, durch Alter, präsumirte Verstopfung u. s. w. sich nicht mehr. J. P. Moldenhawer hat bey seinem Reichthume an Beobachtungen, doch, wie es

Digitized by Google

scheint, zu keiner entscheidenden Meynung kommen können. Insofern er nemlich den, doch nicht zu läugnenden, Unterschied der drey Gefässformen für Wirkung zufälliger Umstände erklärt, neigt er sich zu der Verwandlungstheorie hin. Es geschehe, sagt er, dass vermöge besonderer Anlage, gewisse Spiralgefässe Verbindungen der Spiralen zeigen durch senkrechte, von jeder Windung zur andern gehende, Fäden, über deren Natur kein weiterer Aufschluss gegeben wird. Dadurch werden Räume eingeschlossen, die, nach verschiedener Wirkung des einfallenden Lichts, als Erhöhungen, Spalten oder Poren sich darstellen. Dieser besondere Grundtheil zeichne sich zuweilen von den Spiralfibern, die er verbinde, aus, zuweilen auch nicht: in jedem Falle werde er durch Maceration der Röhre in Wasser früher oder später zerstört und dann stelle diese, die unter der Form eines gestreiften oder punctirten Gefässes erschien, nun als Spiralgefäss sich dar (Beytr. §. 66—70.). Wenn nach solchen Aeusserungen Moldenhawer nicht mit Unrecht unter denen scheint aufgeführt zu werden, welche eine Verwandlung zulassen: so hat er doch andrerseits an mehreren Stellen seines Werks ausdrücklich dagegen sich ausgesprochen. Die ursprüngliche Bildung des Gefässes, erklärt er (A. a. O. 238. 252. 292.), bleibe unverändert: Spiralgefässe behalten daher immer den ihnen eigenthümlichen Bau, ohne sich in Treppengänge oder punctirte Gefässe zu verwandeln. Man muss daher annehmen, dass Moldenhawer nur eine scheinbare Verwandlung zugelassen habe. H. Mohl endlich hat zwar treffende Einwendungen gegen das Verwandlungssystem, wie es von Meyen dargestellt worden, gemacht (Flora 1831. Litt. Ber. 18.): indessen lässt er selber eine gewisse Verwandlung zu, insofern z. B. die punctirte Gefässform entstehen soll durch eine successive, aber gewisse Puncte, die dann als Poren erscheinen, frey lassende Verdickung der Haut, so zwischen den Windungen der Fiber eines Spiralgefässes ausgespannt ist; welche Verdickung fortschreite bis zum völligen Verschwinden der Spiralfaser (Ueb. d. por. Gef. d. Dicot. a. a. O.).

Digitized by Google

§. 99.

Gegengründe aus dem Vorkommen.

Wir wollen die Gründe für und wider die Verwandlung, im Sinne von Hedwig genommen, hören. Es war wohl nicht in Uebereinstimmung mit der Natur, wenn Sprengel (Anl. 1. 104. 199.) behauptete: Schraubengänge seyen nur im jüngsten, der Rinde angränzenden Holze anzutreffen, tiefer hinein finde man sie in Treppengänge und in den noch älteren Holzlagen in eben solche Fasern, als woraus der Bast bestehe, verwandelt. Niemals, wie Bernhardi (Ueb. Pflanzengefässe 37.) gezeigt hat, siehet man im mehrjährigen Stamme die Spiralgefässe in der jüngsten Lage von Holzsubstanz und im jüngsten Theile derselben, sondern stets nur in der Lage zunächst um das Mark, welche im ersten Jahre zuerst gebildet ward. Im Strunke der Farrenkräuter, wo allein gestreifte Gefässe vorkommen, sah ich diese schon in ihren frühesten erkennbaren Anfängen als solche, und niemals in Form der Spiralgefässe (Vom Bau 86.). Rudolphi (A. a. O. 187. 188. 228. 257.) sucht diese Schwierigkeit zu heben durch die Voraussetzung, dass ein Theil der Treppengänge gleich anfangs als solche erscheinen: alle Spiralgefässe ausdauernder Theile aber sollen mit der Zeit sich in Treppengänge verwandeln. Der Beweis dafür ist: dass man diese nur in verwachsenen Theilen finde, niemals in ganz jugendlichen, wo dagegen bloss jene anzutreffen seyen, in der Art, dass auch die Theile der Wurzel keine Ausnahme davon machen (A. a. O. 185. u. f.). Gegen diese Beobachtung erinnert mit Recht Wahlenberg (De sedib. 17.): es sey richtig, dass der Stengel im jüngsten Zustande fast nur Spiralgefässe in seinem Faserkreise enthalte, aber eben so gewiss, dass in dem neuen Holzwuchse um jenen ersten Kreis nur Treppengänge bis zum Tode der Pflanze entstehen, während die Spiralgefässe in ihrer eigenthümlichen nicht veränderten Form in jener erstgebildeten Lage fortwährend sichtbar seyen. Dieses gewichtvolle Argument hat Link durch die Ansicht zu entkräften gesucht (Grundl. 146. Nachtr. I. 13. 46.), dass die Holzmasse bey Dicotyledonen nicht bloss

Digitized by Google

nach Aussen fortwachse durch neue Schichten, welche um die alten sich anlegen, sondern auch nach Innen, durch neue Bündel von Spiralgefässen, welche innerhalb der alten, die bereits in Treppengänge übergegangen, sich erzeugen; welches so fortgehe, bis das Mark verdrängt und seine Stelle durch Holzsubstanz ausgefüllt sey. Allein ich habe durch eine Reihe von Beobachtungen, indem ich die Form des Marks und den Umfang seiner Höhle in den Bildungen verschiedener Jahre an einem und dem nemlichen Zweige verglich und diese Beobachtungen auf mehrere Holzarten ausdehnte, hinlänglich, wie ich glaube, die Unrichtigkeit dieser Vorstellungsart, so wie das Naturgemässe der ältern Ansicht, wonach die Holzsubstanz bey Dicotyledonen immer nur von Aussen Zuwachs bekömmt, gezeigt (Beytr. 27—32.). Das Nemliche ist von Moldenhawer (Beytr. 240.) geschehen, ohne dass jedoch Link darin Gründe zu einer Aenderung seiner Meynung gefunden hätte (Elem. 158.).

§. 100.

Aus dem Bau genommene Gegengründe.

Es ist jedoch den, aus der Lage und dem Vorkommen der verschiedenen Pflanzengefässe entnommenen Gründen gegen eine Verwandlung derselben noch hinzuzufügen: dass jene verschiedenen Formen, ausser dem spiralförmigen, geringelten, gestreiften, getüpfelten Bau ihrer Wände, noch weitere Verschiedenheiten zeigen, so nicht aus einer Verwandlung zu erklären sind, sondern in der ursprünglichen Anlage gegründet seyn müssen. Dahin gehört, dass die gestreiften Gefässe immer beträchtlich weiter als die Spiralgefässe, und so auch die punctirten Gefässe wiederum weiter als jene sind. Amici, der auf diesen Umstand vorzüglich aufmerksam macht, fand die punctirten Gefässe in der Gurke dreymal grösser, in Mitteltheile der Wurzel von Agapanthus umbellatus aber sechsmal grösser, als die Spiralgefässe (A. a. O. 256.). Link, indem er diese Verschiedenheit anerkennt, und seine frühere Hypothese, dass zur Bildung eines Treppenganges zwey Spiralgefässe sich vereinigen mögen, zurückgenommen hat, findet diese Erweiterung des Gefässes als Treppengang eben

Digitized by Google

so natürlich, als dass jede Zelle mit dem Alter grösser und weiter wird (Nachtr. II. 23.). Aber aus dem, was in dem weichen und, so lange es noch Säfte enthält, dehnbaren Zellgewebe anerkanntermassen vergeht, kann nicht auf die starre und, wenn sie völlig ausgebildet, aller Ausdehnung widerstrebende Faser- und Gefässsubstanz geschlossen werden: wenigstens haben wir keine Erfahrungen, welche die Annahme einer solchen Ausdehnung der ganz entwickelten Gefässe rechtfertigen. Bedeutender noch ist: dass die punctirten Gefässe zahlreiche und naheliegende Queerstreifen oder Glieder besitzen, dergleichen man bey den gestreiften Gefässen schon seltener und bey den Spiralgefässen nur sparsam und entferntstehend antrifft. Es haben zwar, wie bekannt, Sprengel (V. Bau. 122) und Link (Grundl. 60. Elem. 100.) den Ursprung dieser Bildung aus Verschiebungen der Gefässe, Falten und Rissen ihrer Häute erklären wollen: allein ich habe Unzulässigkeit einer solchen Voraussetzung zu zeigen gesucht (Beytr. 23.). Das Nemliche ist von Moldenhawer (Beytr. 194. 273.) auf eine bündige Weise geschehen; wenn gleich Meyen (Phytot. §. 299.) durch Abbildungen (T. X. F. 2.) von Queerrissen in den „ganz innern grossen" punctirten Gefässen der Wurzel von Cissus scariosa Thatsachen beyzubringen wähnt „die nicht abdisputirt werden können." Es erhellet nunmehr: was von dem Ausspruche eben dieses Schriftstellers „dass die Ansichten der Gegner einer Metamorphose der Spiralgefässe nur noch historischen Werth haben, da diese jetzt ausser allen Zweifel gestellt worden" zu halten sey. Gerade so hielt Mirbel schon vor sehr langer Zeit (Expos. 243. Elemens 41.) das Gegentheil dieser Theorie erwiesen und dieselbe nicht mehr haltbar. „Wenn man, sagt einer unserer neuesten und besten Beobachter (Amici a. a. O. 248.) unter andern Gründen, die Lage, Grösse und Form der verschiedenen Pflanzengefässe, so wie die Abwesenheit gewisser Formen in einigen Pflanzen erwägt: so muss man sich gegen die Verwandlung entscheiden und annehmen, dass z. B. eine poröse Röhre sich niemals in eine Trachee umgestalte und umgekehrt, sondern beyde immer das bleiben, was sie einmal sind."

Digitized by Google

§. 101.

Entstehung der Lufthöhlen.

Die Lufthöhlen finden sich in einem Pflanzentheile nicht in dessen frühestem Alter, sondern sind von späterem Ursprunge. Mirbel hält sie entstehend durch eine Zerreissung des Zellgewebes an gewissen Stellen. Rudolphi tadelt ihn deshalb ernstlich, sagt aber nicht, wie er selber die Entstehung sich denke: doch gibt er an, dass einige Lufthöhlen inwendig rauh und flockig, andere aber glatt seyen. Dieser Unterschied ist bedeutend und weiset auf einen verschiedenen Ursprung hin. Demzufolge versuchte ich nachzuweisen, dass die ersten durch eine wirkliche Zerreissung des Zellgewebes, die andern aber durch blosse Erweiterung der Intercellulargänge ohne Risse entstehen (Beytr. 8.). Moldenhawer, von einem Geiste des Widerspruchs beseelt, welcher ihn oft das Wahre einer Sache verkennen liess, welches zu finden er den Willen und die nöthige Beobachtungsgabe besass, verwarf mit Mirbel diese zweyte Art der Entstehung: es sollten alle Lücken durch das Einschrumpfen, Vertrocknen, Zerreissen eines Zellgewebes, das früher zur Absonderung eines besondern Saftes gedient hatte, gebildet werden (Beytr. 164—170.). Dagegen will Amici (A. a. O. 235.) die Entstehung der Lufthöhlen durch Zerreissung überall, wie es scheint, nicht zulassen. Meyen hinwiederum nimmt die zwiefache Entstehung für etwas Ausgemachtes: er nennt Luftgänge, die auf die erste Art gebildeten, Lücken die auf die letztgedachte Weise entstandenen Höhlen (Phytot. §. 210. 224.) im Zellgewebe. Ohne diesem beyzupflichten überzeugt man sich leicht von dem ganz verschiedenen Ursprunge, wenn man vergleicht, wie z. B. die Lufthöhle im Schafte vom Löwenzahn und wie die in den Stengeln der Nymphäen sich zu zeigen anfangen. Im ersten Falle wird das Zellgewebe um die Mitte sehr bald saft- und farbelos, in welchem Zustande es, unfähig mit wachsendem Umfange des Schafts sich auszudehnen, in ein flockiges Wesen zerreisst, welches die entstehende Höhle fortwährend auskleidet. Im anderen Falle siehet man die allmählige Ausbildung der Höhlen in dem Zwischenraume von

Digitized by Google

mehreren noch safterfüllten Zellen, die dabey keine Zerreissung ihrer Wände erleiden, sehr deutlich. Doch mag es geschehen, was Moldenhawer bemerkte, dass zuweilen kleine Parthieen von Zellen sich ablösen, die dann vertrocknet in den Höhlen angetroffen werden. Die aus gedrängtem Zellstoff bestehenden Scheidewände, welche die Lufthöhlen an den Knoten, sowie an den Enden der Schüsse trennen, entstehen, wie bereits angegeben, vermöge der compacten, an gerinnbarer Materie reichen, Beschaffenheit dieses Zellgewebes, wodurch dasselbe der ausdehnenden Kraft mehr, als die übrige Masse, widersteht. Dass es aber da, wo neue Theile entstehen, also an den Knoten und an den Grenzen zweyer Triebe diese Eigenthümlichkeit besitze, darf nicht befremden. Auch wenn anderswo Scheidewände entstehen, lassen sich solche ebenfalls nur aus einem grösseren Zusammenhange der Zellen, wovon die Ursache nicht wohl anzugeben ist, erklären. Die sternförmigen Zellen, welche man an den Scheidewänden vieler, besonders einen wässerigen Standort liebender, Monocotyledonen wahrnimmt, habe ich versucht (V. inw. Bau 4.), aus einer eigenthümlichen Art der Ausdehnung zu erklären, Moldenhawer dagegen (Beytr. 166.) aus einem Eintrocknen der Zellen an denjenigen Theilen ihrer Peripherie, wo sie nicht miteinander verbunden sind. Das Wahre an der Sache aber ist wohl, dass beyde Wirkungen gemeinschaftlich zur Darstellung jener Form beytragen: denn wenn einerseits die Wirkung des Eintrocknens sich nicht verkennen lässt, so würde dieses doch andererseits so wenig die abgeplattete Form jener Zellen z. B. im Pisang, als die langstrahligen z. B. im Binsenstengel, hervorbringen können, wenn nicht in der Art der Gestaltung und Ausdehnung der Zellen selber der Hauptgrund davon läge. Die Lufthöhlen gewisser Tange scheinen durch eine innere Veränderung ihrer warzigen Körper, welches Haufen von eingesenkten Fruchtkapseln sind, sich zu bilden. Ueber die Entstehung der stachligen Körper in den Lufthöhlen der Nymphäen aber fehlt es noch ganz an Beobachtungen.

Digitized by Google

§. 102.

Entstehung der eigenthümlichen Saftbehälter.

Die Entstehung der eigenen Saftbehälter der einfachsten Art habe ich (Beytr. 51.) durch eine blosse Erweiterung der Intercellulargänge erklären wollen und dann wäre dieser Bildungsact, gleich dem der Lufthöhlen, von einem späteren Datum, als die des Zellgewebes, worin jene liegen. Allein da sie, wie oben gezeigt, vielmehr gereihete Zellen von eigenthümlicher Art sind, um welche die andern gemeiniglich eine sternförmige Stellung beobachten: so lässt die Bildung sich wohl nicht anders denken, als gleichzeitig mit der Bildung des Zellgewebes. Es bedarf daher zur vollendeten Ausbildung solcher einfachen Saftbehälter nur eines Durchbruchs der Scheidewände, womit die Schläuche zusammenhängen, ähnlich dem, was bey Bildung der punctirten und gestreiften Gefässe geschieht. Jedoch fehlt es hier an Beobachtungen. Eher kann man sich vorstellen, dass die zusammengesetzten Behälter dieser Art, da sie als Höhlen innerhalb eines oder mehrerer Kreise der einfachen erscheinen, die Wirkung späterer Ausdehnung seyen, vermöge einer, für ihre Capacität zu starken, Thätigkeit der einfachen absondernden Zellenreihen. Allein in diesem Falle müsste doch eine gehäufte Stellung derselben vorhergehen, so schwerlich eines spätern Ursprunges seyn könnte. Auch nimmt man in der Rinde junger Fichtenzweige häufig die zusammengesetzten Behälter, in alternden nur die von einfacher Art wahr: da doch, gemäss einer von mir geäusserten Vermuthung (Zeitschr. f. Phys. I.) es sich umgekehrt verhalten müsste, wenn die Bildung der erstgenannten Behälter das Werk der Zeit und des Alters wäre. Jedoch sind auch darüber, so viel mir bekannt, keine speciellen Beobachtungen vorhanden.

Digitized by Google

Drittes Buch.

Von den Elementarsystemen der Gewächse.

Erstes Capitel.

Cryptogamen, Monocotyledonen.

§. 103.

Zusammensetzung der Elementarorgane überhaupt.

Die bisher betrachteten Elementarorgane sind weder in allen Gewächsen vorhanden, noch in allen auf gleiche Weise zu Massen verbunden. Bey den unvollkommeneren Gewächsen, d. h. solchen, welche gewisse wesentliche Theile, so bey den anderen getrennt sind, vereinigt darstellen, findet man nur die zellige und die faserige Substanz ohne alle Gefässe und diese hat Decandolle (Syst. regn. veg. I.) nicht ganz passend Zellenpflanzen, (plantae cellulares) nennen wollen, im Gegensatze der Gefässpflanzen (pl. vasculares), so ausser Zellen und Fasern auch Gefässe besitzen. Link hat diesen Benennungen die noch weniger passenden von plantae homonemeae für die ersten, und pl. heteronemeae für die zweyten substituiren wollen. Aber auch bey den sogenannten Zellenpflanzen, wozu, wenn man die Anordnung von Linné beybehält, die drey untersten Ordnungen der Cryptogamie, die Schwämme, Algen und Moose gehören, findet sich eine Verschiedenheit in Hinsicht der Natur und Verbindung der Zellen und Fasern. Diese nemlich haben entweder keine Verbindung unter einander, oder diese ist unvollkommen oder sie ist einseitig und bloss partiell. Dadurch entstehen Formen, die bey den zusammengesetzten Organismen wiederkehren, sofern hier wiederum die Bildung und Verbindung der Elementarorgane vielfache Uebergänge vom Unvollkommenen zum Vollkommenen

Digitized by Google

darstellt. Dieses hat Veranlassung zu einer Lehre gegeben, die eben so sehr von Einigen bestritten, als von Andern gepriesen und verfochten worden ist, nemlich der, dass die höheren Organismen eine Zusammensetzung seyen von niederen und einfacheren. Insbesondere sollen die einfacheren Wasseralgen solche Verbindungen und, sofern sie dabey einen Theil ihrer Individualität aufgeben, eine solche Metamorphose eingehen. Conferven sollen durch Zusammenwachsen Blätter von Laubmoosen, überhaupt das Zellgewebe darstellen; grüne Ulven sollen die Oberhaut, rothe Ulven die äussere Schicht der Blumenkrone höherer Gewächse bilden. Am beredtesten hat diese Ansicht vorgetragen C. A. Agardh (Vetensk. Ac. Handl. 1814. De metamorph. alg. 1820. Allg. Biol. d. Pflzen §. 42.). Nun hat es allerdings seine Richtigkeit, dass einzelne Zusammensetzungen der Elementarorgane bey vollkommenen Gewächsen in der nemlichen Form erscheinen, wie die Gesammtbildung aus solchen bey unvollkommenen, namentlich bey Wasseralgen: allein damit ist erst ein Schritt geschehen. Einen Uebergang, eine Verbindung nemlich, kann man sich hier entweder nur vorstellen und dann existirt eine solche bloss in der Einbildungskraft. Oder man behauptet, dass die Vereinigung wirklich Statt habe und dass die Körper, durch deren Verschmelzung Zellgewebe, Häute u. s. w. gebildet werden, zuvor als Algen, Conferven, Ulven u. s. w. existirt haben.

§. 104.

Ist nicht als Vereinigung von Individuen zu denken.

Aber eine Vereinigung dieser Art ist, wie ich glaube, weder aus theoretischen Gründen zuzulassen, noch wird sie durch die Erfahrung bestätiget. Es würde alle Naturforschung in ihrem Principe zerstören, zu behaupten, dass mehrere Individuen Einer Art durch ihr Zusammengehen in Eines könnten ein Individuum einer andern Art, Gestalt oder Ordnung hervorbringen: denn sie gründet sich eben nur darauf, dass die Arten unveränderlich sind bey aller Theilung, Vereinigung oder sonstigen Veränderung der Individuen. Ist daher ein Fall, wo solch eine specifische Umwandlung Statt zu finden schien, so kann

Digitized by Google

der erste Zustand eben so wenig ein selbstständiger genannt werden, als von einer wurmartigen Larve, die nachmals ein mehrfüssiges, geflügeltes Insect giebt, sich sagen lässt, dass hier Umwandlung einer Art aus einer niederen Ordnung in eine höhere, durch Verbindung von äusseren Organen Statt gefunden habe. Wofern aber ein solcher unvollkommener Zustand als selbstständig in das Natursystem aufgenommen worden, muss er nach Kenntniss des vollkommenen daraus wieder entfernt werden. Mit Recht hat deshalb Hooker die Conferva velutina Dillw., nachdem sie als solche (oder als Byssus velutina L.) lange für eine selbstständige Art gegolten, unter den Britischen Pflanzen nicht weiter aufgeführt, nachdem erkannt worden, dass sie der blosse Anfang von Polytrichum aloides L. sey (Engl. Flora V. 383.). Von der Conferva arenaria Roth (Catal. bot. II.) habe ich mich überzeugt, dass sie nichts anders sey, als eine Fülle luxuriirender Cotyledonen von Dicranum heteromallum H. In der nemlichen Art ist zu vermuthen, dass auch Conferva umbrosa, cryptarum und Orthotrichi Dillw. Conferva Acharii und muscicola W. et M. keine selbstständigen Wesen seyen, sondern die Anfänge eines Laubmooses oder einer Gallertflechte; was auch Agardh veranlasst hat, ob mit Recht mag dahin gestellt seyn, solche als eine besondere Algengattung (Protonema) aufzustellen. Wenn daher Hornschuch die Wahrnehmung machte, dass Conferven durch ihr Zusammenwachsen Stamm und Blätter eines Laubmooses bilden (N. A. Nat. Cur. X.): so können, falls es damit seine Richtigkeit hat, fortan jene nicht mehr so genannt werden, indem sie nur im Aeussern, nicht aber in der Selbstständigkeit, mit Conferven übereinkommen. Wenn ferner Agardh an einem Algenspecimen beobachtet zu haben glaubte, dass es früher als eine gewisse Conferve existirt haben müsse, während es nachmals einen Sphaerococcus darstellte (Diss. de Metamorph. Algar. 12.), so dürfte der erste Zustand nicht weiter in einer systematischen Naturgeschichte Platz finden. Allein die Genauigkeit beyder Wahrnehmungen ist durch Beobachter angefochten worden, deren Competenz Niemand in Abrede stellen wird. Kaulfuss konnte jene Beobachtungen über die Zusammenfügung der Elemente von

Digitized by Google

Moosthalen, die er nicht ohne Lücken und Widersprüche findy nicht bestätigen (Das Wesen der Farrenkräuter 4—60) und Chalmissó siehet in dem nemlichen Algenexemplar, welches Agardh unter Augen hatte, eine blosse Coexistenz zweyer Algen, nemlich eine, was oft geschieht, parasitisch auf einer andern (Mag. d. naturforsch. Fr. z. Berlin 1820.). Die Verwandlungstheorie beruhet also für jetzt noch auf blosser Ansicht und auch Agardhs Gegenerinnerungen (N. A. Nat. Cur. XIV. 755.) sind nicht geeignet, die erhobenen starken Zweifel niederzuschlagen. Später jedoch hat er sich über die Selbstständigkeit der Organismen, die er als die Elemente von Andern betrachtet, mehr zweifelnd ausgedrückt (Biol. d. Pfl.) und es ist dadurch der Gesichtspunct allerdings bedeutend verändert worden.

§. 105.

Schwämme.

Bey den Schwämmen und Flechten sind die Elementarorgane der Zellen und Fasern nicht in ein regelmässiges Gewebe verwachsen, sondern durch einen Schleim nur zusammengehalten, und es fehlen ihnen desshalb die Intercellulargänge gänzlich. Manche bestehen ganz aus Zellen, manche aus Zellen und Fasern und im letztgedachten Falle bilden die Fasern die centrale, die Zellen die peripherische Substanz. Bey den Schwämmen zeigt die Substanz der Zellen darin Uebereinstimmung mit dem Zellgewebe der Parasiten unter den Phanerogamen, dass sie ohne grüne Farbe ist. Andrerseits ist sie darin nähnlich dem zelligen Wesen der Wasseralgen, Flechten und Moose, dass sie, einmal trocken geworden, nicht das Vermögen hat, durch Einsaugung von Wasser wieder anzuschwellen; ohne dass ein Grund davon sich aus der Verschiedenheit des Baues nachweisen liesse. Bey den fleischigen Hutschwämmen trifft man, in lockerem Zusammenhange beysammen liegend, im Stiele und in der Ausbreitung des Huts Fasern von einer sehr weichen Art, in den Lamellen oder Röhrchen aber Kügelchen oder Zellen an (Hedw. Theor. gen. Ed. 2. T. 39—42.). Den Mittelpunct

Digitized by Google

des Stieles nimmt nicht selten eine Lufthöhle ein, im Hute aber zeigen sich bey den Agaricis lactifluis Behälter, so mit einem ätzenden Milchsafte angefüllt sind. Bey den Pezizen besteht die Hauptmasse des Schwammes gemeiniglich aus Bläschen (Hedw. St. cryptog. II. t. VI. f. D. t. VIII. f. A. B.), seltener aus fibrösen Röhren (Ibid. t. V. f. 3.), die aber nichts von dem gestreckten Ansehen, wie bey Phanerogamen, haben. Auch in den holzbildenden Schwämmen z. B. in der Gattung Hypoxylon Juss., ist das holzige Receptaculum, stroma von Persoon genannt, aus blossen Fasern, die aber sehr verlängert und mit wenigem Schleim umkleidet sind, gebildet. In allen Fällen, wo der Körper des Schwammes eine beträchtliche Dicke erreicht, zeigt sich kein anderer Unterschied einer äusseren und einer inneren Substanz, als dass z. B. die Schläuche gegen die Oberfläche sich verdünnen und gedrängter stehen; von einer Oberhaut wird man daher nichts gewahr, eben so wenig von Gefässen irgend einer Art. Meyen unterscheidet von dem Pilzgewebe das Filzgewebe (Phyt. §. 128. 129.), dergleichen auch bey Schwämmen vorkommen soll: worin aber der Unterschied liege, lässt sich aus dem, was davon gesagt wird, nicht einsehen.

§. 106.

Flechten.

Bey den Landalgen oder Flechten nimmt man wahr, dass das Laub aus einer dreyfach verschiedenen Substanz zusammengesetzt sey, einer Art von Rinde, einer blasigen und einer fasrigen Substanz. Von diesen ist die zweyte von Acharius (Lichenogr. univ. 3.) als Bestandtheil der Flechten nicht erwähnt, indem er nur die erste und dritte kennt. Diese letzte bezeichnete er als die markige, Schärer (Schweiz. nat. wissensch. Ans. 1820.) als die flockige, J. F. W. Meyer (Ueb. Entw. Metam. u. Fortpflz. d. Flechten 12. 13. 19.) aber als die fibröse Substanz des Flechtenlagers. Die Rindensubstanz (Hedw. l. c. T. 33. F. a. 5.) ist im befeuchteten Zustande stark durchscheinend und ich glaubte dann, wenn ich sie unters Microscop gebracht, wahrzunehmen, wie wenn sie aus einem körnigen Wesen bestände,

Digitized by Google

aber so, dass die Körner in einander flossen und ein zusammenhängendes gallertartiges Wesen bildeten, wie es Link (Grundl. T. I. F. 8.) darstellt. Meyer findet sie aus farbelosen, mit einem Niederschlag von gleicher Art wie sie selber gefüllten Zellen bestehend, die zu einer gleichartigen Membran ohne weitere Organisation dicht mit einander verwachsen sind (A. a. O. 12. 13.). Die blasige Substanz stellt sich dar in Gestalt von grünen Bläschen, von einer runden oder unregelmässigen, nie regelmässig-eckigen Gestalt, welche in sich wieder Saftkörner einschliessen, und die einander bald mehr, bald weniger berühren, immer aber sehr unvollkommen verbunden sind. Wenn daher Sprengel die Bläschen bey Peltigera canina in ein regelmässiges Zellgewebe vereinigt fand, wovon er auch (Anl. III. T. X. F. 104.) eine Abbildung giebt, so kann ich diese Beobachtung nicht bestätigen. Die dritte Substanz endlich ist wiederum durchscheinend und farbelos: sie besteht aus Fasern, Röhrchen von Acharius, verlängerte Zellen von Meyer genannt, die selten parallel verbunden, sondern gemeiniglich unter einander gewirrt sind, und die mindestens theilweise, eine körnige Materie untermischt haben, welche bey Sticta aurata Ach. nach Link von einer goldgelben Farbe ist. Der Antheil dieser drey Substanzen an der Bildung des Flechtenkörpers ist verschieden, je nachdem der Thallus fadrig-blattförmig, staubartig, krustenartig oder stengelbildend ist. Bey den Blätterflechten bildet das fasrig-flockige Wesen die Hauptausbreitung; über ihr liegt eine schwache und meistens einfache Lage von blasiger Substanz und das Ganze ist von einer dünnen Rinde bekleidet. Bey den Staubflechten ist eine blasig-körnige Substanz allein wahrnehmbar; bey den Krustenflechten kömmt die Rindensubstanz hinzu, indem nur die dritte noch fehlt, oder hier, wie auch im vorigen Falle, nur in wenigen Fasern vorhanden ist. Bey den stengelbildenden Flechten endlich hat der strauchartige Thallus in seinem Mittelpuncte einen ziemlich festen Cylinder von parallelen, zusammenhängenden, schwer zerreissbaren Fasern und dieser ist umgeben von einer, im trocknen Zustande zerbrechlichen, weissen, im feuchten aber gallertartig-knorpligen Kruste, die ein punctirtes Ansehen hat. Zwischen beyden

Digitized by Google

zeigt sich ein lockeres Gewebe von eben solchen Fasern, als die Centralsubstanz bilden, aber ohne Verbindung unter einander und mit Körnern gemischt. A. von Humboldt legt deshalb dem Lichen floridus eine grüne Rinde, einen weissen Splint und ein röthlich graues Holz bey (Fl. Frib. 30.). Die blasige Substanz scheint demnach bey den Stengelflechten zu fehlen; auf jeden Fall ist bey den Flechten von einem regelmässigen Zellen- und Fasergewebe, von Gefässen, von einer Oberhaut wiederum nichts zu bemerken (Vergl. Meyer a. a. O.). Eben so wenig findet man Lufthöhlen und Behälter eines eigenthümlichen Saftes: denn das von Decandolle (Fl. fr. IV. 321.) angeführte Factum, wonach eine Flechte von weisser Farbe, nachdem man sie gerieben, eine inwendige grüne Substanz blicken liess, scheint keineswegs mit Ramond „dem Austreten eines in besonderen Zellen enthaltenen eigenen Saftes", sondern blos dem Zerreissen der oberflächlichen Substanz beyzumessen, wodurch die zweyte oder blasige grüne Schicht veranlasst ward, hervorzutreten.

§. 107.

Wasseralgen.

Die Wasseralgen, obwohl die einfacheren unter ihnen den Schwämmen ähnlicher sind, kommen doch mit den Flechten in einem ausgezeichneten Merkmal überein, nemlich in der grünen Farbe, welche in ihren Zellen sich entwickelt. Denn wiewohl die Algen der See häufig von rother Färbung sind, ist doch diese einer spätern Entstehung; auch nimmt überhaupt die grüne Faecula des Pflanzensafts unter zufälligen Umständen leicht eine rothe Farbe an. Die Verbindung der Zellen und Fasern aber ist auch hier unvollkommen und einseitig, wie an einer Uebersicht der vornehmsten Formen der vielgestaltigen Familie nach Lyngbye (Tentam. Hydroph. Dan.) zu zeigen. In der sechsten Abtheilung (Tremelloidei Lgb.) kommen die einfachsten Wasseralgen vor: denn es liegen hier in einer durchsichtigen Gallerte Kügelchen (Palmella, Echinella) oder Reihen von Kügelchen, die man noch nicht einmal Zellen nennen kann (Chaetophora, Linckia, Nostoc) ohne weitere Verbindung eingeschlossen. Die faden-

Digitized by Google

förmigen gegliederten Körper, welche die vierte Abtheilung (Siphogonata Lgb.) umfasst, sind blosse Zellen, so in einfache oder ästige Reihen oder in ein Netz zusammengefügt sind und ausser einer grünen Gallert, die im vorgerückten Alter zu einem Schlauche sich verdichtet, und einem körnigen Wesen nichts weiter enthalten. Hingegen bey jenen fadenförmigen See-Algen, welche der dritten Abtheilung (Stereogonata Lgb.) angehören, siehet man in der gegliederten häutigen Röhre die Glieder ganz oder zum Theile erfüllt entweder durch faserartige Körper oder durch verlängerte Schläuche, die ein körniges Wesen enthalten: sie liegen in der Länge neben einander und geben den Gliedern das gestreifte Ansehen, welches man hier durchgängig wahrnimmt (Lyngb. l. c. T. 33. 34. 35.). In der ersten Abtheilung (Phycoidei Lgb.) haben einige eine platte Frons z. B. Fucus digitatus, F. ciliatus: bey diesen zeigt die Masse eine zwiefache Lage, die äussere bestehend aus kleinen und eckigen Zellen, die innere aus beträchtlich grossen, unregelmässig gerundeten, so ein körniges Wesen einschliessen. Beyde Zellenarten, vorzüglich auffallend aber die letzten, stossen nicht zusammen, sondern lassen beträchtliche Zwischenräume, die mit einem stark durchscheinenden, gallertartigen Schleime ausgefüllt sind. Endlich bey den Phycoideen mit rundem oder nur zusammengedrücktem Laube z. B. Fucus purpurascens, hirsutus, cartilagineus, kommt, wie bey den entwickeltsten Flechten, noch eine dritte Substanz hinzu, nemlich Fasern, die, ohne verwachsen zu seyn, der Länge nach an einander gelagert sind und so eine Centralmasse bilden (Duby Mem. s. l. Ceramieés; Mem. de la Soc. d. Phys. de Genève V. T. I. F. E.), wobey die blasige Substanz auf einem Queerabschnitte ihre Blasen in strahlenförmige Reihen geordnet darstellt. Nur im Fucus confervoides sah ich diese Zellen in Form von anastomosirenden Fäden zusammenhängen. Auch Lufthöhlen nimmt man in dieser Familie wahr: so z. B. enthalten die runden oder länglichen Anschwellungen des Fucus vesiculosus, F. natans und anderer eine solche, die, was schon von Reaumur angegeben, von Luce, Roth, Mertens und andern bestätigt, von Wahlenberg aber

Digitized by Google

ohne hinlänglichen Grund bezweifelt worden, durch eine Auflockerung der inneren Substanz gewisser warziger Fortsätze, so bey den genannten und andern Tangen die Frucht enthalten, gebildet wird. Einen Nebenbeweis für diese ihre Entstehungsart giebt auch, dass im Innern jener äusserlich warzigen Körper anastomosirende Reihen verlängerter Zellen, so von einem klaren Schleime umgeben sind, wie im Fucus confervoides angetroffen werden: dergleichen man ganz in der nemlichen Form wiederfindet in den langgegliederten Fäden, welche die Lufthöhlen jener Anschwellungen durchziehen. Linné hat sie für männliche Geschlechtstheile, Velley für Spiralgefässe (Linn. Transact. V.), Moldenhawer für die Ueberreste von eigenen Gefässen (Beytr. 153.) halten wollen. Auch in der Frons von Fucus digitatus nimmt man cylindrische Lufthöhlen wahr, so in regelmässigen Entfernungen der Queere nach sich ausdehnen.

§. 108.

Laub- und Lebermoose.

Erst in der Ordnung der Moose finden wir ein Zellgewebe vollkommen ausgebildet. Die Zellen beobachten hier nicht nur eine durchgängige Gleichheit der Grösse und der Anordnung, sondern sie haben auch z. B. bey Bryum punctatum Ro. jene Regelmässigkeit der eckigen Umrisse, die wir am Zellgewebe der Phanerogamen wahrnehmen (Hedw. fund. I. T. 1. F. 6.). An den blattartigen Theilen bemerkt man dieses am deutlichsten: diese zeigen bey fast allen Laubmoosen und bey dem grössten Theile der Lebermoose eine einfache, in die Breite ausgedehnte Lage von Zellen. Nur bey Dicranum glaucum habe ich deren zwey beobachtet, wobey die Verbindungen der untern Lage durch die obere durchscheinen, und während Jungermannia und Anthoceros wiederum nur Eine Lage haben, sind deren in Riccia, Marchantia, Targionia mehrere über einander vorhanden, wodurch ein nach allen Richtungen ausgedehntes Zellgewebe entsteht. Dergleichen findet sich auch sehr schön in der unreifen Laubmooskapsel. In ihm konnte Mirbel bey Marchantia keine Intercellulargänge wahrnehmen (Rech. etc.): Hedwig jedoch sah in denselben bey Laub-

Digitized by Google

moosen sogar Flüssigkeiten sich bewegen (Fundam. I. 25.) und Sprengeln schienen sie bey Funaria hygrometrica aus aneinander gereiheten Kügelchen gebildet (V. Bau 89 T. III. F. 12). Desto auffallender finden sich Lufthöhlen im Mooszellgewebe und nicht nur in der Frons der Lebermoose z. B. Marchantia (Mirbel a. a. O. Taf. II. VI. u. s. w.) und Targionia, sondern auch bey Laubmoosen z. B. in der zelligen Erweiterung des Fruchtstengels von Buxbaumia da, wo er in die Kapsel übergeht und deren Untertheil bildet (Hedw. l. c. T. III. F. 10.), so wie in der Apophyse der Brya und Splachna. Einseitig verlängert, nemlich in der Form von gegliederten Fäden, findet sich die zellige Substanz so häufig an der Oberfläche der Moose, dass es keiner Anführung von Beyspielen bedarf. Dass auch Behälter eigenen Saftes hier vorkommen, davon ist kaum eine andere Spur, als dass Mirbel am noch sehr jungen Marchantien-Laube gewisse einzelnzerstreute rothe Zellen bemerkte, die sich im ausgebildeten Zustande des Theiles vorloren hatten (A. a. O. T. IV. F. 37. a.). Das Fasergewebe bey den Moosen nimmt theils die Axe des Stengels ein, wobey es einen kreisförmigen Umfang hat (Verm. Schr. IV. T. II. F. 26.) und von Hedwig mit Unrecht Mark genannt wird (L. c. I. 18. T. 1. F. 3.), theils formirt es in den Blättern vieler Laubmoose den sogenannten Nerven, wobey verlängerte Zellen nach der Länge sich genau verbinden. Im Stengel von Sphagnum obtusifolium E. nahm Moldenhawer jedoch eine, dem Marke der Laubhölzer analoge, zellige Substanz wahr, aus weiteren, kürzeren, länglichen, mit einem wässerigen Safte erfüllten, Zellen bestehend (Beytr. 106.). Von Gefässen findet sich keine Spur, denn die Erscheinungen, in welchen Hedwig Gründe für das Daseyn von Spiralgefässen finden wollte (L. c. 19. 56. 84.), lassen eine andere und natürlichere Erklärung zu. Sind aber gleich Spiralfibern und Ringfibern als Gefässe hier abwesend, so existiren sie doch von Zellenhäuten eingeschlossen in der Blattsubstanz einiger Laubmoose und in den zur Frucht gehörigen Theilen der meisten Lebermoose. Die länglichen farbelosen Schläuche z. B., woraus die Blätter sämmtlicher Sphagna bestehen, enthalten gewisse höchstzarte Fä-

Digitized by Google

den, so der Queere nach ringsum an der Zellenwand laufen und die Hedwig schon kannte, indem er sie für Gefässe hielt (L. c. I. 25.). Moldenhawer erklärte sie für Spiralfibern und bildete sie auch so ab (Beytr. §. 55. 205. T. IV. F. 2—5.). Meyen hingegen stellt sie mehr als ringförmige Fibern dar (Phytot. §. 158. T. XI. F. 5—7.) und so sind sie auch mir erschienen. Wenn aber beyde Beobachter die Vorstellung haben, es seyen diese Fasern an der Zellenwand frey, und wenn Meyen sogar glaubt, dass die Ringe zuweilen im Schlauche umfallen, so hat Mohl diese Ansicht mit Recht bestritten: denn man müsste, falls sie wahr wäre, die Fibern durch Zerreissung der Zellen von ihrer Wand trennen können. Von beträchtlich stärkerer Art sind die Fasern in der Kapselhaut von Marchantia conica. Meyen fand hier auch eine Spiralfaser in sehr verlängerten Zellen aufsteigend (A. a. O. §. 157.): mir jedoch erschienen nur Reihen von ungleichseitigen Zellen, deren Verbindung durch eine queerliegende, unvollständig-ringförmige Faser, dergleichen auch Mirbel vorstellt (A. a. O. T. VIII. F. 76.) bezeichnet war. Hooker scheint an der Kapselmembran von Jungermannia Blasia (Br. Jungerm. T. 83. F. 10.) einen Bau wahrgenommen zu haben, der mit dem eben beschriebenen Aehnlichkeit hat und als eine Art von Uebergang zu dem spiralen Bau zu betrachten ist, den die sogenannten Elateren im Innern des Fruchtgehäuses bey den Gattungen Jungermannia, Marchantia, Targionia besitzen. Dass solches nemlich Spiralfibern seyen, einzeln oder in der Mehrzahl in einer schlauchförmigen Haut eingeschlossen, versuchte ich an Jungermannia tamariscifolia und pinguis zu zeigen (V. Bau 116. T. II. F. 23.). Hooker hat eben das an mehreren Jungermannien wahrgenommen (A. a. O. T. 5. 6. 52. 53. 54.) doch keinesweges an allen. Bey Jungerm. Blasia H. und Jungerm. Hookeri sah er die Spiralfiber bey unreifer Frucht in der Haut eingeschlossen, bey reifer nicht mehr, was, jedoch vielleicht in der Durchsichtigkeit seinen Grund hatte. Mir wenigstens ist es auch hier nicht möglich gewesen, die Spiralfiber von ihrer Haut zu sondern und getrennt darzustellen. Auch bey Laubmoosen kommen an der Fruchtkapsel Queer-

Digitized by Google

fibern in zelligen Theilen vor z. B. an dem sogenannten Ringe und an den Zähnen des Peristoms, besonders des äusseren (Hedw. l. c. II. T. IV. F. 17. 21. T. V. F. 22.).

§. 109.

Farrenkräuter überhaupt.

Bey den Farrenkräutern erscheint ein Zellgewebe in der vollkommensten Ausbildung, ein Fasergewebe zwiefacher Art, es zeigen sich Gefässe, Gummibehälter und Lufthöhlen. Der Strunk der Farrenkräuter (denn von der Blattsubstanz soll künftig die Rede seyn), ein Blattstiel aus der Wurzel, ist mehr oder minder gerundet, mit einer leichteren oder tieferen Furche an der einen Seite, nemlich der, welche der Oberseite der Frons entspricht. Der Umfang desselben wird gebildet durch eine starke, ununterbrochene Schicht holziger Fasern: das Uebrige ist Zellgewebe, innerhalb dessen parthienweise eine Substanz liegt, bestehend aus Gefässen in der Mitte und verlängerten farbelosen Schläuchen umher. Sehr verschieden ist jedoch der Gehalt, die Form, die Vertheilung dieser Inseln. In Salvinia und Lycopodium enthält der Stengel nur einen Centralstrang von festerer Substanz, aber bey Lycopodium schliesst dieser, ausser Fasern, zugleich Gefässe ein, bey Salvinia nicht (G. W. Bischoff in N. A. N. C. XIV. 67. T. VI. F. 6. 7.). In Hemionitis dealbata W. bemerkt man der Faserbündel zwey von Linearform, etwas geschlängelt und mit dem der Oberfläche der Frons zugekehrten Ende gegen einander gekrümmt. In Scolopendrium officinale dagegen sind solche knieförmig in der Mitte an einander gebogen und bilden ein Kreuz, gleich den Staubbeuteln von Glechoma. In Blechnum brasiliense H. Ber. sind ihrer sieben vorhanden, gestellt in der Form eines an der Oberseite offenen Halbmondes; in Pteris nemoralis vierzehn in einem Kreise stehend, wovon die der Oberseite zunächst liegenden beyden grösser und etwas mehr von einander entfernt, als die übrigen, sind. Bey Pteris grandifolia sieht man eine schmale und bis auf eine kleine Unterbrechung, so der Mitte der platteren Oberseite des Strunkes zugekehrt, ringförmige Schicht von Gefässen und verlängerten Zellen, wovon jene die Mitte einnehmen und

Digitized by Google

eine einfache continuirliche Reihe bilden. Dieser Ring umgiebt demnach und schliesst fast ganz an das saftreiche centrale Zellgewebe, welches den grössten Theil vom Stamme bildet, indem es nur da eine Seitenspalte zeigt, wo ein Blättchen abgeht. Nicht wesentlich verschieden davon ist, was man bey baumartigen Farrenkräutern bemerkt. Nach H. Mohls Untersuchungen (Ueb. den Bau des Cycadeenstammes a. a. O. 32.) besteht die Holzsubstanz hier aus Gefässen von der Art der gestreiften und porösen und aus dünnwandigem Parenchym, welche zusammen einen völlig geschlossenen Cylinder bilden, der von Zellgewebe und Rinde umgeben ist und wiederum einen bedeutenden Umfang von Rinde einschliesst. Nur an solchen Stellen, wo Gefässe für die Blätter von ihm abgehen, ist er jedesmal von einer senkrechten Spalte durchbrochen, was an Queerschnitten angesehen, die Veranlassung zu der Meynung gegeben hat, dass die Gefässsubstanz hier, wie bey den Monocotyledonen, vereinzelte Bündel bilde. Vielmehr ist die Vertheilung dieser Substanz hier von einer eigenthümlichen Art und kömmt zwar einerseits im Mangel der Markstrahlen mit der, welche wir bey den Monocotyledonen antreffen werden, überein, anderntheils aber ist sie darin sehr verschieden, dass die Masse der fibrösen Theile stets die nemliche bey fortschreitender Vegetation verbleibt und weder neue Holzbündel zwischen den alten sich erzeugen, wie bey den Monocotyledonen, noch ein neuer Holzring um den alten sich anlegt, wie bey Dicotyledonen. Mohl glaubt demzufolge als Gesetz aufstellen zu können: dass das Wachsthum des Stammes hier lediglich in einer nach oben fortschreitenden Entwicklung der, dessen untere Portion constituirenden, Theile, also in einer blossen Vegetatio terminalis, bestehe (A. a. O. 33. 34.).

§. 110.

Baumartige Farrenkräuter.

Einige Untersuchungen, welche ich an einem wohlerhaltenen Stämmchen einer Cyathea von den Antillen angestellt, stimmen damit ganz überein. Ich verdanke dasselbe dem Herrn J. Lindley und es scheint der nemlichen Art anzuge-

Digitized by Google

hören, wie das, welches Decandolle (Organogr. t. 24.) abgebildet hat. Auf dem Queerschnitte zeigt sich unter einer starken Bekleidung von Würzelchen ein geschlossener Ring von einer braunen, sehr harten Substanz, die einen unregelmässig gerundeten Umfang hat und deren Durchmesser zwischen einer und zwey Linien wechselt. Von seiner Aussenseite nehmen überall die Würzelchen ihren Ursprung und seine Abschnitte jener Substanz zeigen verlängerte Zellen, deren undurchsichtige Wände gegen die kleine Höhle eine auffallende Dicke haben. In einiger Entfernung von diesem Ringe siehet man einen einfachen Kreis von halbmondförmigen Figuren, deren Concavität nach Aussen gekehrt ist. Jeder Halbkreis besteht aus einer Lage von Gefässen und einer Einfassung, sowohl an der äusseren vertieften, als an der inneren erhabenen Seite, von der nemlichen harten, braunen Substanz, wie jene der Oberfläche: jedoch umgiebt diese den Gefässkörper nicht vollständig, sondern lässt ihn an den beiden Enden jedes Halbmondes unbedeckt. Die Gefässe sind sämmtlich von der Art der gestreiften: zwischen ihnen und ihrer braunen Einfassung befindet sich ein Zellgewebe, welches im trocknen Stamme theilweise zerrissen, so dass der Gefässkörper dadurch an seiner äussern, wie innern Seite von jener Einfassung gesondert ist. Aehnliche Lücken von gleichem Ursprunge zeigen sich, zwischen den beschriebenen halbmondförmigen Figuren und dem oberflächlichen Ringe und auf gleiche Weise ist die grosse Centralhöhle entstanden, welche den ganzen Raum innerhalb des Kreises von Gefässbündeln einnimmt. Bey einem durch die Axe geführten Längsdurchschnitte siehet man daher von den Wänden der Höhle Lappen von zerrissenem Zellgewebe hangen, die Wand selber aber bloss von Gefässsubstanz, oder eigentlich von ihrer festen Einfassung gebildet. Wiewohl im Ganzen ein völlig geschlossener Cylinder, ist doch dieser in gleichen Entfernungen von Längsspalten durchbrochen, die in der Mitte mehr, als an den Enden klaffen und deren Ränder gerundet sind, indem sie sich nach Aussen umlegen. Betrachtet man nun eine solche Spalte nach dem Zusammenhange der Theile im Queerschnitte, so bildet sie offenbar den Eingang in die Höhle eines Blattstiels: man siehet, dass ihre Ränder die Enden der mehrerwähnten Halbmonde sind und dass von hier, wo die braune Einfassung die Gefässsubstanz uneingeschlossen lässt, diese in kleinen Bündeln austritt, den braunen

Digitized by Google

Ring der Oberfläche durchbricht und in die Blattstiele übergeht. Aehnlich, aber unvollkommner ausgedrückt, ist diese Organisation an dem Körper, der bey krautartigen Farrenkräutern entweder unter der Erde bleibt, wie bey Aspidium Filix mas, oder sich über dieselbe erhebt, wie bey Davallia pyxidata. Man siehet darin nemlich in einem Zellgewebe Gefässbündel verschiedener Form und Grösse weitläuftig in einen Kreis gestellt und verfolgt man solche durch Längs- und Queerabschnitte, so sind auch sie, in beträchtlichen Entfernungen seitlich einander verbunden. Die Cycadeen, welche Ad. Brongniart (Ann. d. Sc. natur. XVI.) mit den Coniferen zusammengestellt hatte, halten nach Mohl (A. a. O. 31. 33.) darin das Mittel zwischen ihnen und den baumartigen Farrenkräutern. Es finde sich nemlich bey ihnen in Hinsicht auf die Structur der einzelnen anatomischen Systeme beynahe völlige Uebereinstimmung mit den Coniferen: aber in der grossen Masse des Markes, der Einfachheit des Holzringes, in der Abwesenheit von Jahresringen, in der ganzen Vegetationsweise sey eine mindestens eben so grosse Annäherung an die baumartigen Farrenkräuter sichtbar. Diesem steht jedoch die Abbildung entgegen, welche im Hortus Malabaricus (T. III. t. 21.) von einem älteren Stamme von Cycas circinalis gegeben worden, indem hier ein sehr kleines Mark und sieben Holzringe dargestellt sind. Es haben zwar A. Brongniart und H. Mohl (A. a. O.) über die Richtigkeit dieser Abbildung Zweifel erhoben: allein Exemplare, welche Dr. Wallich aus Indien nach England gebracht, haben die Uebereinstimmung derselben mit der Natur völlig bestätiget. Man muss daher, wie ich glaube, anerkennen, dass der innere Bau der Cycadeen entschieden von dem der Farrenkräuter abweicht und dem der Coniferen am nächsten kommt.

§. 111.

Elementartheile und braune Scheidenhaut.

Was die einzelnen Elemente des Farrenstengels betrifft, so hat das Zellgewebe den Bau wie bey den Phanerogamen und besitzt deutliche Intercellulargänge. Die Fasern sind, wie bereits angedeutet, von zwiefacher Art: sehr lang, hart, dickwandig die, welche die Peripherie bilden, kürzer, weich, leicht trennbar und eigentlich nur verlängerte Zellen die, welche zunächst die Gefässe umgeben. Diese Gefässe sind von verschiedener Weite und stets vom Bau der gestreiften, obwohl ihre Haut

Digitized by Google

nicht selten als ein spirales Band sich einigermaassen abwickeln lässt (Sprengel Anl. III. T. I. F. 6. c.). Eigentliche Spiralgefässe kommen daher im Strunke der Farrenkräuter nicht vor. Zwar in den Zellen der zarten Haut, woraus die Saamenbehältnisse der Equiseten gebildet, siehet man die weitläuftigen Windungen einer Spiralfiber (V. Bau Taf. II. Fig. 24.) und der häutige Schlauch, welcher in Form eines Ringes die Saamenkapsel bey der Mehrzahl der wahren Farrenkräuter umgiebt, enthält in bestimmten Entfernungen von einander ringförmige Queerfibern (Kaulfuss Wesen der Farrenkräuter Fig. 2. 3. 4.): aber ich bin nie im Stande gewesen, im ersten Falle die Spiralfiber, im zweyten die Ringfaser von dem sie einschliessenden Schlauche zu trennen. Die Inseln von Faser- und Gefässsubstanz sah an einheimischen Farrenkräutern zuerst F. Fischer von einer festen braunen Haut umgeben (De fil. prop. 23. F. II. III.), und Sprengel stellte die Meynung auf, dass durch sie die Vermischung der Säfte des Zellgewebes mit den, wie er glaubt, mehr ausgearbeiteten der Treppengänge, welche jene Haut einschliesst, verhindert werde (Anl. III. 42.). Dagegen versuchte ich zu zeigen, dass die Bildung als scheidenförmige Haut hier etwas Zufälliges sey, dass solche nur in einem gewissen Alter, manchmal auch gar nicht, sich bilde und dass der nemliche Grundtheil zuweilen in anderer Form und Zusammensetzung vorkomme (V. Bau 122.). Fortgesetzte Untersuchungen haben mich noch öfter die Unabhängigkeit ihres Vorkommens von den Gefässbündeln bemerken lassen. In Blechnum brasiliense sah ich nur einen Theil derselben davon eingeschlossen, nemlich die beyden nicht, so zunächst der platteren Seite des Strunkes liegen. Im Scolopendrium officinale fand sich die braune Färbung nur in den Ecken des Kreuzes, so die Bündel bilden, nicht um die Strahlen desselben. In der Pteris grandifolia liegt gleich unter dem peripherischen Fasernkreise eine breite Schicht brauner Substanz und darauf der Gefässring, worauf wiederum eine schmälere Lage des braunen Zellstoffes erscheint, der die grosse Masse des saftreichen Centralgewebes unmittelbar folgt. Eine eben so breite ringförmige braune Schicht siehet man in Davallia

Digitized by Google

pyxidata nicht weit unter der Oberfläche und ohne Verbindung mit den Gefässbündeln, die weit mehr nach Innen liegen. Es frägt sich demnach, wofür diese Bildung zu halten sey. Zu bemerken ist, dass in den jüngsten Theilen man die Färbung noch nicht sieht, erst später fängt sie mit einem Gelb an, welches in ein immer mehr geschättigtes Braun übergeht: damit verbinden sich Zunahme an Härte und Festigkeit, so wie das Erscheinen häufiger glänzender Harzkörner. Untersucht man das fragliche Gewebe da, wo es eine beträchtliche Ausdehnung hat und von andern Theilen sich gut absondern lässt z. B. in Pteris grandifolia, so siehet man längliche dickwandige Schläuche, so in Längsreihen zusammenhängen und häufige, selbst massenweise versammelte, Kügelchen enthalten. Ich glaube, dieses Verhalten berechtiget uns, diese Schläuche den Behältern des eigenen Saftes beyzuzählen, und es wird diese Vermuthung bestätiget durch das Vorkommen von eigenthümlichen Gefässen zusammengesetzter Art in der Nähe der Gefässsubstanz bey der oben beschriebenen baumartigen Cyathea. Es sind nemlich senkrechtlaufende, verlängerte, gemeiniglich sechseckige Höhlen von verschiedener Weite, welche von einem rothen, durchscheinenden, geronnenen Gummi erfüllt sind. Endlich kommen auch Lufthöhlen im Strunke der Farrenkräuter vor. In den baumartigen nimmt eine solche nicht nur die ganze Mitte des Stammes ein, sondern Fortsätze derselben dringen auch zwischen die Halbkreise von Gefässen und in den untern Theil der Blätter ein. Im Stengel von Salvinia natans zeigt sich eine einfache, in dem von Equisetum arvense eine doppelte Reihe solcher Lufthöhlen von sehr bestimmter Form und Ausdehnung (G. W. Bischoff in den N. Act. N. C. XIV. T. 6. u. 44.).

§. 112.

Allgemeiner Bau der Monocotyledonen.

Mit dem Eigenthümlichen im Bau des Monocotyledonenstengels war schon Theophrast nicht unbekannt: denn vom Palmenstamme sagt er: dieser scheine kein Mark zu enthalten, indem man den gewöhnlichen Unterschied der Theile darin nicht wahrnehme (Hist. pl. ed. Schneid. I. 6. §. 2.).

Digitized by Google

Mehr damit bekannt machten Malpighi's und Grew's Abbildungen und Beschreibungen einiger Durchschnitte von Gräserstengeln. Genauer gab auch G. E. Rumph (Herb. Amboin. I. c. 1.) die Verschiedenheit des Palmenholzes vom Holze anderer Gewächse an. Daubenton aber („Journ. Fourcr. 1791. III. 525." Decand.) und besonders Desfontaines (Mem. de l'Inst. Sc. phys. I. 478.), haben das Verdienst, zuerst als Grundsatz aufgestellt zu haben: dass im Monocotyledonenstamme die Faser - und Gefässsubstanz in vereinzelte, durch Zellgewebe von einander getrennte, in keine concentrische Lagen vereinigte Bündel geordnet sey. Desfontaines irrte indessen, indem er auch die Farrenkräuter unter diesem Bau mitbegriff, worin ihm die meisten Zeitgenossen gefolgt sind: indem man hier nur unter gewissen Umständen einen ähnlichen Bau, wie bey einigen Monocotyledonen, aber hingegen bey beyden noch andere Eigenthümlichkeiten der Structur wahrnimmt, welche diese Zusammenstellung nicht zulassen. Betrachtet man daher z. B. einen Palmenstrunk im Durchschnitte, so siehet man, dass die Grundmasse ein Zellgewebe sey, worin Bündel einer festeren Substanz von verschiedenartiger Zusammensetzung der Länge nach auf verschiedene Weise und in verschiedenem Verhältnisse zur Hauptmasse verlaufen (Mirb. Elem. T. IX. 2. T. XI. 3.). Was zuförderst die Zellen des Monocotyledonenstammes betrifft, so sind sie gewöhnlich in die Länge gezogen; auch hängen sie in der Art, dass sie Längsreihen bilden. Conferven nennt Agardh solche (Metamorph. Alg. 17.), mehr als der Quere nach, zusammen und die Intercellulargänge beobachten ebenfalls vorzugsweise diese Richtung. Durchgängig wird bemerkt, dass sie um die Mitte des Stammes am weitesten sind und gegen die Oberfläche regelmässig im Durchmesser abnehmen, indem sie zugleich sich mehr und mehr grün färben. Das Zellgewebe ist entweder ununterbrochen oder es enthält Lufthöhlen, ohne dass jedoch in die Anwesenheit von solchen mit Kieser (Grundz. §. 490.) ein Unterscheidendes der Monocotyledonen gegen Dicotyledonen zu setzen wäre. Bey Gräsern und Zwiebelgewächsen ist eine Centralhöhle, bey Cyperoideen, Orchideen, Aroideen eine Anzahl von kleineren Höhlen das

Digitized by Google

Häufigere; die letzten sind dann regelmässig vertheilt und desto grösser, je näher sie der Mitte liegen, was auch im Palmenstamme von Mohl bemerkt worden (Palm. struct. §. 11. T. G. 2. T. F. 10.). Die eigenen Saftbehälter sind sowohl von der einfachen, als von der zusammengesetzten Art und die letzten, deren Stellung keine Ordnung beobachtet, zeigen z. B. bey Caladium viviparum, sagittifolium, nymphaeifolium, den obengeschilderten Bau ihrer Wände ungemein deutlich. In mehreren Monocotyledonen von weicher und saftreicher Textur, wird die Peripherie des Stengels bloss von Zellgewebe gebildet und die Stärke dieser äussersten Lage beträgt oft mehr als die Hälfte des Durchmessers. So ist es z. B. in Neottia discolor, wo sie von röthlicher Färbung ist, woran das centrale Zellgewebe keinen Theil nimmt. Kaum den vierten Theil vom Durchmesser hingegen erreicht sie bey Dracaena reflexa (Mirb. l. c. T. XI. F. 3.), bey Xanthorrhoea hastilis (Decand. l. c. T. 7. 8.) und bey Aloë umbellata. Noch schwächer ist sie bey Aloë arborescens, Dracaena Draco (Desfont. l. c. T. 4. E.), Smilax horrida (Mirb. Ann. Mus. XIII. T. 7. F. 12. 13.), Ruscus racemosa und andern. Dagegen machen im Palmen- und Grasstengel fibröse Röhren, unter welchen eine Lage von Zellgewebe, die peripherische Substanz aus, welche auf diese Art der unmittelbaren Einwirkung der Atmosphäre bloss gestellt, eine solche Härte und Festigkeit zu erlangen vermag, dass das Messer und selbst die Axt sie schwer durchdringen. Nicht selten scheinen die Fibern dabey in einen ununterbrochenen Kreis unter einander vereiniget, dergleichen Mohl von Palmen (L. c. T. A. 1. 4.) abgebildet und wie es auch bey hochstämmigen Gräsern z. B. Arundo Donax, Bambusa, Saccharum vorkommt. Aber auch im Innern des Stengels unter einer Umgebung von Zellgewebe nimmt man zuweilen einen solchen Faserring wahr; Mirbel hat ihn von Smilax horrida dargestellt (L. c. T. 7. F. 13.) und ich habe einen ganz ähnlichen Bau bey Ruscus racemosa wahrgenommen. Diese Fälle abgerechnet, kommt die fibröse Substanz der Monocotyledonen nur in Form von getrennten grösseren und kleineren Bündeln oder Strängen vor, die gegen den Umfang, jedoch

Digitized by Google

nur bis zu einer gewissen Gränze, welche von der Oberfläche mehr oder minder entfernt bleibt, immer näher zusammenrücken.

§. 113.

Zusammensetzung der Faser- und Gefässbündel.

Die Bündel machen sich im Vergleich mit dem Zellgewebe durch Härte und festen Zusammenhang, so wie durch mindere Durchsichtigkeit leicht kenntlich. Ihre Grösse und Form sind auf dem Queerdurchschnitte sehr verschieden. Die kleinsten liegen im Umfange, dann folgen die grössten und gegen die Mitte zu werden sie wieder kleiner: aber diese Klassen sind nicht scharf abgesetzt, sondern gehen in einander über. Die Figur auf dem Durchschnitte stellt sich dar bald als ein Rund, bald als ein Oval, eine stumpfeckige Raute oder Keil, und in den letzterwähnten Fällen liegt der längere Durchmesser der Figur allezeit in der Richtung der Radien des Durchschnitts. Die Zusammensetzung der Bündel betreffend, so bestehen sie in sehr verschiedenem Verhältnisse aus fibrösen Röhren, verlängerten Zellen und Gefässen, denen sich noch eigene Gefässe von der einfachen Art zugesellen. Die Körper, welche ich als fibröse Röhren und verlängerte Zellen bezeichne, unterscheiden sich auf einem Längenabschnitte nicht weiter, als insofern jene eine weisse Farbe haben und mehr in die Länge gezogen sind, als diese, welche ins Gelbliche schimmern und deren Extremitäten minder zugeschärft sind. Jedoch diese, wie jene, unterscheiden sich hierin von den Fasern und verlängerten Zellen der Dicotyledonen nicht, wiewohl Kieser (Grundz. §. 489.) will, dass ihre Enden hier mehr diagonale Linien bilden sollen, da solche bey den Monocotyledonen eine mehr horizontale Richtung nähmen. Bedeutender zeigt sich der Unterschied der fibrösen Röhren und verlängerten Zellen auf Queerschnitten, indem die Höhle von jenen dann wegen Dicke ihrer Wände nur als ein Punct erscheint, während bey den andern das Verhältniss der Wand und der Höhle so, wie bey den Zellen überhaupt, ist. Mirbel glaubte desshalb unter Mitberücksichtigung der Art ihres Vorkommens, dass jene nur ein veränderter Zustand von

Digitized by Google

diesen seyen, nemlich eine Verstopfung ihrer Höhle bis nahe ans Centrum (Ann. Mus. XIII.): H. Mohl hingegen, indem er allein die Art des Vorkommens erwog und mit dem, was bey Dicotyledonen wahrgenommen wird, verglich, nannte jene den Bast, diese die Holzsubstanz der Monocotyledonen (L. c. §. 41. 42. 43.). Es wird sich, wie ich glaube, bey Beschreibung des Antheils, welchen diese beyderley Körper an der Bildung der Bündel nehmen, zeigen, dass keine dieser beyden Ansichten zulässig sey und ich werde daher jene Bezeichnungen von fibrösen Röhren und verlängerten Zellen für sie beybehalten. Die Gefässe der Bündel sind von der Art der spiralen und der gestreiften; eine Zwischenform zwischen beyden, nemlich die von Bernhardi sogenannten Ringgefässe, trifft man besonders häufig bey den Gräsern an. Was die punctirten Gefässe betrifft, so spricht Kieser solche den Monocotyledonen ab (A. a. O. §. 493.): Mohl hingegen findet sie bey den Palmen häufig: indessen muss man gestehen, dass die Poren hier die nemliche Form, wie bey den härteren dicotyledonischen Holzarten niemals haben. Eigene Gefässe von der einfachen Art, bestehend aus länglichen, zarthäutigen Zellen, welche einen trüben, mit körnigem Wesen untermischten Saft enthalten und in eine Längsreihe verbunden sind, fand J. P. Moldenhawer bey den Gräsern, Mohl bey allen Monocotyledonen, insbesondere den Palmen, Lilien, Gräsern innerhalb der Bündel eingeschlossen (L. c. §. 31. 35.).

§. 114.

Abänderungen davon.

Die Art der Zusammensetzung der bisher geschilderten Elementarorgane zu einem Bündel lässt folgende Verschiedenheiten zu. Die kleinen Bündel, welche zu äusserst in dem Rund liegen, bestehen gemeiniglich aus bloss fibrösen Röhren und so wenig Gefässe irgend einer Art, als verlängerte Zellen und eigenthümliche Saftbehälter, kommen darin eingeschlossen vor. Sie sind deshalb die kleinsten Bündel überhaupt und von einer unregelmässigen Form im Durchschnitte. Das Parenchym zwischen diesen Bündeln ist kleinzellig und enthält mehr oder minder grüne Materie. Hierauf folgen die

Digitized by Google

grössten Bündel des Stammes, die welche gemeynt zu werden pflegen, wo vom Holze desselben die Rede ist. Den bey weitem grössten Theil von jeglichem Bündel machen theils fibröse Röhren, theils verlängerte Zellen aus. Jene formiren gemeiniglich einen halbmondförmigen Körper, entweder bloss an der Aussenseite, oder zugleich an der Innenseite des Bündels, während der weitere Umfang desselben und seine übrige äussere Substanz durch die verlängerten Zellen gebildet wird. Von diesen nun eingeschlossen sind die Gefässe und die Zellenreihen für den eigenen Saft. Im Rhizom von Carex arenaria z. B. nimmt den Umfang der im Durchschnitte runden Bündel eine Lage von Fasern ein; die Gefässe bilden einen Mittelring und Behälter für den eigenen Saft die Centralsubstanz. Gewöhnlicher aber sind die Gefässe in den Bündeln des Stammes oder Stengels in Form eines Keiles, oder einer Reihe in der Richtung von Aussen nach Innen geordnet. Die äusserste Stelle davon nehmen die grössten Röhren ein, diese sind von der Art der gestreiften; die dann folgenden pflegen um die Hälfte kleiner zu seyn und sind Ringgefässe; hierauf folgen die kleinsten, nemlich die Spiralgefässe, welche also zunächst nach Innen liegen. Zuweilen jedoch sind alle von gleicher Grösse, aber auch dann behaupten die Spiral- und Ringgefässe die inneren Stellen. An der Aussenseite der Gefässe endlich, nemlich zwischen ihnen und den verlängerten Zellen, befinden sich die Zellenreihen für den eigenen Saft bald einzeln, bald in der Mehrzahl und von verschiedener Grösse. Am schönsten sah ich solche im oberen Theile der Internodien von Bambusa arundinacea, wo sie sich auf dem Queerschnitte der Bündel, in einen Körper von rundlich dreyeckigem Umfange vereiniget, durch ihre bräunliche Farbe auszeichnen, auf dem Längsschnitte aber als langgegliederte Zellenreihen mit horizontalen Queerscheidewänden darstellen. Jemehr nun in Betrachtung des Queerabschnittes das Auge nach Innen fortschreitet, desto weitläufiger gestellt sind die Bündel, wobey sie an Grösse und an Härte zugleich abnehmen. Im Allgemeinen gesprochen, verliert hiebey in ihrer Zusammensetzung das System der fibrösen Röhren sich mehr und mehr, während das der verlängerten Zellen darin herr-

Digitized by Google

schender wird: es erhält z. B. die Fasersubstanz sich zuerst nur noch an der Aussen- und Innenseite des Bündels, dann nur an der Aussenseite und auch hier wird man endlich wenig oder nichts mehr davon gewahr. So wenigstens hat Mohl es in Palmen (L. c. t. A. 3. B. 1. C. 1. 2.), Moldenhawer in Gräsern (Beytr. 12.) wahrgenommen und ich habe es in diesen, in Aroideen, Orchideen, Cyperoideen auch gefunden. Allein manchmal ist das Verhältniss das umgekehrte, so z. B. in Rhapis flabelliformis, wo die äusseren Bündel grösstentheils verlängerte Zellen und nur einen schwachen Halbkreis von fibrösen Röhren besitzen. Dieser aber nimmt an den inneren Bündeln mehr und mehr zu, bey gleichmässig abnehmendem Antheile der Längszellen und unverändertem Antheile der Gefässe, so dass die innersten Bündel Aussen nur einen Halbkreis von Fibern, Innen nur einen von verlängerten Zellen haben, zwischen denen die Gefässe u. s. w. liegen. Ausserdem finden sich zwischen den weitläufig geordneten inneren Bündeln noch kleinere, runde Bündel zerstreut, so aus blossen fibrösen Röhren, ohne andere Elementarorgane bestehen. Es erhellet, glaube ich, aus dieser in einem gewissen Stücke vielfach wechselnden Zusammensetzung der Bündel: dass man weder mit Mirbel die fibrösen Röhren als einen Zustand von Verstopfung der verlängerten Zellen, noch mit H. Mohl jene als einen Bast, diese als eine Holzsubstanz der Monocotyledonen, betrachten könne.

§. 115.

Rinde, Holz, Mark des Monocotyledonenstengels.

Es ist bereits bemerkt worden, dass Faserbündel und Zellgewebe im Monocotyledonenstengel im verschiedenen Verhältnisse zusammengesetzt sind und dass die zunächst an der Oberfläche gelegene Masse entweder aus blossem Zellgewebe bestehe, welches zuweilen von besonderer Bildung und Färbung ist, oder aus diesem und aus Bündeln fibröser Röhren, ohne andere Elementarorgane. Das Erste findet sich am Stengel von Liliaceen, Orchideen und Asparaginen, so wie am Rhizom von Gräsern und Halbgräsern, z. B. Triticum repens, Carex arenaria u. s. w. Mirbel und Dupetit-

Digitized by Google

Thouars bezeichnen es ohne Weiteres als die Rinde des Theiles, Laharpe als die zellige Substanz des Rhizoms im Gegensatze der gefässreichen (Ann. d. Sc. nat. VI. 24.), Decandolle hingegen hat die Ansicht (Organ. I. 221.) dass diese Substanz bey den Monocotyledonen die Abwesenheit des Markes ersetze. Das Zweyte kommt, wie bemerkt, am Halme der Gräser und am Schafte der Palmen vor und J. P. Moldenhawer betrachtet diese Bildung als einen Bast. Mohl hingegen nennt sie bey den Palmen deren Rinde (L. c. VI. §. 12.), wiewohl er anerkennt, dass solche von der der Dicotyledonen ganz verschieden sey und eben so auch Decandolle. Duvernoy macht ebenfalls auf diesen Unterschied aufmerksam, indem er eine beträchtliche Anzahl von Monocotyledonen nennt, bey denen man eine Trennung von Rindensubstanz und Kernsubstanz, wie er sich ausdrückt, finde (Unters. über Keimung u. s. w. der Monocotyledonen 21.). Hierauf folgt nach Innen diejenige Substanz, welche in den Beschreibungen der Palmen als deren Holz bezeichnet wird. Sie besteht dem grössten Theile nach aus Faserbündeln und diese haben die obenbeschriebene Art der Zusammensetzung. Vorzüglich macht die gedrängte Stellung derselben sie kenntlich, die aber langsam eintritt und dann eine dermaassen zunehmende Härte und Festigkeit im Gefolge hat, dass z. B. ausgewachsene Palmenstämme ein sehr dauerhaftes Material zum Häuserbau, zu Mühlencanälen und dergl. liefern (Rumph. Amboin. I. 20. Bory. S. Vinc. Voy. I. 304.). Zwischen beyden genannten Substanzen bemerkte Mirbel bey Dracaena reflexa (Ann. du Mus. XIII. t. 7. f. 10. 11. b.), Moldenhawer bey der Dattelpalme (Beytr. 54.) einen farbelosen Ring; auch bey den stengelbildenden Arten von Aloë und bey Agave ist es mir leicht geworden, einen solchen wahrzunehmen, der aus Zellgewebe besteht, worin die Zellen, wie Mirbel richtig angiebt, in horizontalen Reihen zusammenhängen. Jedoch nicht überall zeigte sich diese Erscheinung, sondern bey Dracaena reflexa nur im unteren blattlosen Theile, nicht im oberen beblätterten, dessen Gefässbündel noch ziemlich weitläuftig stehen. Auf die Holzsubstanz folgt nach Innen das Mark, wie die innerste weiche

Digitized by Google

grosszellige Substanz, welche z. B. bey den Palmen immer eine schwammige Beschaffenheit behält und leicht Feuchtigkeit einsaugt, genannt zu werden pflegt. Sie enthält zwar auch Faserbündel, aber diese stehen sehr weitläuftig und enthalten, ausser Gefässen von vorzüglich grossem Durchmesser, wenige fibröse Röhren und verlängerte Zellen. Wiewohl nun die Bezeichnung der bisher beschriebenen drey Substanzen als Rinde, Holz und Mark für das gemeine Leben gelten mag, so kann doch im eigentlichen Sinne von einer Rinde und einem Marke nur dann die Rede seyn, wenn sie durch einen zwischen sie tretenden geschlossenen Ring von Fasersubstanz in der Art getrennt sind, dass die Verbindung nur noch durch dünne strahlige Blätter von Zellgewebe besteht. Allein in der sogenannten Holzsubstanz des Monocotyledonen ist weder eine bestimmte kreisförmige Stellung, noch eine Verwachsung der Holzbündel bemerkbar und vor Allem fehlen die Strahlenblätter von horizontal zusammenhängendem Zellgewebe; was bereits Leuwenhoek kannte, indem er sagt (Epist. physiol. 259.), dass er in Palmen keine „vasa horizontalia" gefunden habe. Auch entbehrt die Rinde der Monocotyledonen desjenigen Theiles, den man bey Dicotyledonen durch Bast bezeichnet und der durch seinen lagenförmigen Bau, so wie durch die netzförmige Verbindung seiner Bündel, characterisirt ist.

§. 116.

Veränderung des Baues durch das Wachsthum.

Erwägen wir nun die Veränderungen, welche diese Theile durch das Wachsthum erleiden, so ist eine Verdickung des Stammes vorzugsweise bey solchen Monocotyledonen bemerkbar, die eine reinzellige Bekleidung der Oberfläche haben z. B. Dracaena, Aloë, Yucca. Hingegen bey solchen, welche von einer faserigen Rinde umgeben sind, namentlich den Gräsern und Palmen, erreicht diese Verdickung bald ihre Grenze und das Wachsthum beschränkt sich dann vorzugsweise auf Verlängerung. Die Zunahme des Umfangs wird bewirkt sowohl durch das Holz, als die Rinde. Diese ist in der That

Digitized by Google

nichts anders, als eine Ausbreitung des parenchymatösen Theiles der Blätter (Desfontaines l. c. 493.), was man sehr deutlich z. B. bey Cyperus alternifolius siehet. Hier nemlich hat der untere nackende Theil des Halmes eine fibröse, der oberste beblätterte eine beträchtlich dicke, zellige Rinde und an dieser bemerkt man in jeder Blattaxille einen Einschnitt, wodurch die Gefässsubstanz fast blossgelegt und welcher offenbar die Gränze ist, womit der vom oberen Blatte absteigende die Centralsubstanz bekleidende Fortsatz sich endiget. Auch bey Ruscus racemosa ist ein solcher Einschnitt an jedem Blattwinkel vorhanden und er hat hier die nemliche Bedeutung wie dort. Bey Agave, Aloë, Dracaena jedoch nimmt man diese Unterbrechung der Rindensubstanz nicht wahr; sie bildet hier eine zusammenhängende zellige Masse mit geringen Abänderungen des Durchmessers. Es ist daher natürlich, dass in dem Maasse als Blätter vorhanden sind, sich ausbilden und vervielfältigen, auch der rindenartige Theil sich bilden und verdicken werde. In den stengelbildenden Arten von Aloë u. s. w. ist oben am Vegetationspuncte, wo die Blätter erst im Entstehen begriffen sind, noch nichts von Rinde zu bemerken: hingegen am unteren Theile des Stammes, obschon er seine Blätter bereits abgeworfen, ist sie noch immer um ein Viertheil und mehr im Durchmesser stärker, als am beblätterten Theile. Eine ähnliche Vergrösserung finden Statt in der fibrösen Rinde. Ein Zweig von Bambusa arundinacea mit zwölf deutlich ausgebildeten Blättern zeigte mir im dritten Internodium von Oben einen einfachen Kreis von gefässlosen Faserbündeln: aber im untersten waren solcher Kreise mehrere vorhanden, bey gleichzeitiger Vergrösserung und Zusammendrängung der Bündel. Eine dieser entsprechende Veränderung zeigt auch die zweyte, dem Holze vergleichbare Substanz. Im jüngsten Theile des Stammes von Dracaena Draco und Dracaena reflexa existirt solche eigentlich nicht; die Gefässbündel sind im Zellgewebe ziemlich gleichförmig vertheilt, wie es im krautartigen jährigen Monocotyledonenstengel während dessen ganzer Dauer der Fall ist. Allein im perennirenden Stengel, je älter derselbe und je mehr die Rinde an ihm ausgebildet, desto mehr vervielfältigen sich die Gefäss-

Digitized by Google

bündel im zunächst angränzenden Theile und desto näher rücken sie zusammen, so dass man endlich kaum noch eine Trennung unter ihnen bemerkt. Noch auffallender ist dieses in den Palmen, und auch in den ausdauernden Grasstengeln z. B. vom Zuckerrohr, ein ähnlicher Vorgang nicht zu verkennen. Damit ist eine Vergrösserung dieser Substanz im Umfange verbunden und einen Bezug darauf hat der helle Ring, den man zwischen ihr und der Rinde unter gewissen Umständen wahrnimmt. Was endlich die dem Marke analoge Substanz betrifft, so zeigt sie bey fortschreitendem Wachsthume keine Veränderung, wenigstens keine andere, als die eine Folge der Ausdehnung des Stammes in die Breite ist. Die Gefässbündel daher z. B. in Stämmen von Aloë und Agave von zwey Finger Dicke beobachten unten, wie oben, ziemlich die nemliche Entfernung von einander und auch ihre Substanz und Zusammensetzung scheint in keiner Art verändert. Das sie umhüllende Zellgewebe aber, welches in den genannten Beyspielen seine Weichheit und Safterfüllung behält, vertrocknet bey andern Monocotyledonen und zieht sich zusammen. Eine Folge davon ist dann, dass das ganze Mark sich von der umgebenden Substanz absondert, einschrumpfet und eine Höhle zurücklässt, wie man sie bey mehreren Gräsern und Liliaceen bemerkt.

§. 117.

Abgang der Blätter.

Schwierig ist es bey den Monocotyledonen, die Seitenbildungen des Stengels, nemlich die Blätter und Aeste, ihrem Ursprunge nach zu verfolgen, wegen Theilung der Gefässsubstanz in zahlreiche kleine Bündel, die bey den Dicotyledonen in einfache grössere Massen vereinigt sind. Die Knoten des Stengels sind bekanntlich der Ort, wo jene von ihm abgehen und deshalb sind solche Monocotyledonen am geschicktesten zu dieser Beobachtung, wo die Knoten deutlich getrennt und der Faserbündel nicht zu viele sind. Im Halme von Lolium perenne z. B. findet sich nur ein einziger Kreis von Bündeln und beym Ursprunge eines Blattes theilt derselbe sich auf die einfachste Weise in zwey, die concentrisch sind, von denen

Digitized by Google

der äussere in die Scheide des Blattes übergeht, der innere aber den Stengel fortsetzet (V. inwend. Bau 132.). Nur scheinbar verändert ist dieses Verhältniss in Grüsern mit ausdauerndem Stengel, worin zahlreiche Gefässbündel alterniren: es sey, dass er dabey hohl sey, wie von Bambusa, oder solide, wie vom Zuckerrohr. Von den gleich unter dem Knoten gespaltenen Bündeln nimmt der eine Zweig in einem beynahe rechten Winkel seine Richtung gegen die Oberfläche, um in das Blatt überzugehen, der andere aber setzt die seinige parallel mit der Axe des Stengels fort; und da nun das Blatt durch seine Scheide im ganzen Umfange ansitzet, so erscheinen jene im Queerschnitte strahlenförmig, im Längsschnitte aber von diesen, wenigstens von den äussern, durchkreuzt. Decandollè scheint zwar diese Verflechtung für etwas dem Gräserstengel Eigenthümliches zu halten (L. c. I. 228.): allein sie muss jedesmal eintreten, so oft die einen Gefässbündel einen mehr inneren Verlauf nehmen, als die andern und doch auch zur Bildung des Blattes beytragen. Wo jedoch die Blätter und Blattüberreste einander sehr nahe liegen, wo sie durch keine bedeutenden Internodien getrennt sind und wo sie zugleich wenige und dünne Gefässbündel erhalten, ist die Theilung und Kreuzung begreiflicherweise schwer bemerkbar. Im strauchartigen Stengel von Aloë, Dracaena, Yucca siehet man daher die zellige Rinde nur in kleinen Entfernungen von einzelnen Faserbündeln in aufsteigender Richtung durchzogen (Mirb. L. c. t. 7. f. 9. b.): das Nemliche bemerkt man an denjenigen unterirdischen Stengeln, welche als ungegliederte Rhizome bezeichnet zu werden pflegen (Laharpe Ann. d. Sc. nat. VI. t. 6. f. 2. e.). Diese Bündel nemlich gehen oberwärts in den Blattgrund, unterwärts in die sogenannte Holzsubstanz über, wo sie sich undeutlich an andere anlegen. Auffallend wiederum siehet man eine Theilung und auch einige Verflechtung bey Ruscus racemosa. Auch an mehreren Palmenstämmen hat H. Mohl die Kreuzung der Gefässbündel für die unteren Blätter mit denen, so zu den oberen gehen, beobachtet und davon einige, freylich zum Theile nur idealische Darstellungen gegeben (L. c. t. Q.). Vortrefflich wiederum hat diesen Bau Decandolle (L. c. t. 7. 8.) aus dem,

Digitized by Google

seiner ganzen Länge nach beblätterten, Stamme von Xanthorrhoea hastilis dargestellt, ohne jedoch seine wahre Bedeutung ganz erkannt zu haben.

§. 118.

Zweigbildung.

Es lässt sich im voraus vermuthen, dass in ähnlicher Art, wie die Blätter, auch die Aeste bey den Monocotyledonen aus dem Hauptstamme entspringen. Bekanntlich hat nur ein Theil von ihnen dergleichen z. B. mehrere Gattungen von Gräsern, die Asparagi Juss. u. s. w. Andere haben im Blattwinkel eine sichtbare Knospe, die aber gewöhnlicherweise nicht zur Entwicklung kommt; dergleichen nimmt man aufs Regelmässigste beym Ursprung jedes Blattes am Zuckerrohr, Arundo Donax, Cyperus alternifolius und sogar an Palmen (J. E. J. Schrader de Monocotyl. et Dicotyl. differ. 10.). wahr. Da indessen solche Knospen bey gewöhnlichen Umständen nicht zur Entwicklung gelangen, so betrachtet Decandolle die Astbildung bey Monocotyledonen überhaupt als etwas Zufälliges und gewissermaassen ihnen Fremdartiges (L. c. I. 220. 235.). Sie erfolge nemlich, wenn eine Knospe, die man hier in jeder Axille sichtbarlich oder unsichtbar verborgen voraussetzen müsse, durch theils bekannte, theils unbekannte Umstände, welche den Fluss des Saftes von der Endknospe abwenden, sich entwickle; was aber in dem Maasse schwieriger geschehe, als die Gefässsubstanz vollkommener verdichtet und verhärtet sey und daher bey den Palmen überhaupt weit seltener erfolge, als bey Monocotyledonen von weicherem Bau. So sehr dieses im Allgemeinen anerkannt werden muss, so ist doch andererseits nicht vorauszusetzen, dass in der organischen Verbindung der Knospe und des Zweiges mit dem Stamme eine wesentliche Verschiedenheit sey von der, die wir bey Blättern wahrnehmen, da unter Blättern oder Blattstielen und Zweigen ein völliger Uebergang bey den Monocotyledonen Statt findet. Aus einem gegliederten Rhizom sieht man daher unter dem Knoten in der nemlichen Art, wie zum Blatte, Gefässbündel, welche aus dem Centralkörper sich abgelöset,

Digitized by Google

auch zur Knospe übergehen (Laharpe l. c. f. 1. g.). Beym Donax-Rohre theilen, nachdem die Blattbildung geschehen, die Gefässbündel sich nochmals; die horizontal abgehenden Zweige drängen die senkrecht aufsteigenden zur Seite und geben ihnen eine Beugung; sie verbinden sich netzförmig ungefähr in der Art, wie Malpighi (L. c. t. 8. f. 38.) vom Mays darstellt und gehen zur Knospe über. Verwandelt sich aber die Knospe in einen Ast, wie es z. B. bey Ruscus racemosa regelmässig geschiehet, so vervielfältigen sich bloss die Theilungen und die ganze Portion des Fasernkörpers an der Seite, wo der Ast abgeht, nimmt daran Theil.

§. 119.

Monocotyledonen wachsen nur von Aussen.

Es beruhet auf dem bisher geschilderten Bau die Ansicht des Wachsthums der Monocotyledonen überhaupt. Daubenton und Desfontaines, bemerkend, dass die inneren Gefässbündel bey ihnen weitläuftiger und zärter, die äusseren gedrängter, von beträchtlicherem Durchmesser und härter seyen, stellten sich vor, dass jene den jüngsten, diese den älteren Blättern angehören, und dass jene nun, so wie neue Blätter entständen, durch neue Bündel, deren Entstehen im Centrum die Folge davon sey, nach Aussen gedrängt würden. Decandolle hält demzufolge den Umkreis des Palmenstammes nach Consistenz und Alter dem Holze unserer Bäume, die Mitte aber dem Splinte derselben entsprechend (L. c. 215.). Er hat sogar von dieser anscheinend verschiedenen Art zu wachsen den unterscheidenden Charakter der Monocotyledonen gegen die Dicotyledonen hergenommen und jene Endogenae genannt, im Gegensatze von Exogenae, womit er die Dicotyledonen bezeichnet (Theo. elem. §. 173.). Wäre diese Theorie die richtige, so müssten sämmtliche Bündel im Monocotyledonenstamme parallel liegen und die den älteren Blättern correspondirenden stets an der Aussenseite der von den jüngeren und parallel mit ihnen verlaufen. Auch müssten sie, wie im Baste der Dicotyledonen, je näher der Mitte desto gedrängter, je entfernter von ihr desto weitläuftiger stehen. Dem ist aber nicht so: die äusseren drängen sich zusammen,

Digitized by Google

ohne dass die in der Mitte sich vervielfältigen oder vermindern, und die der jüngeren Blätter durchkreuzen im Herabsteigen die, welche den älteren angehören. Es ist daher nicht zu verkennen, dass die älteren Blätter und die Gefässbündel des Innern vom Stengel, so wie die jüngeren Blätter und die Bündel der äussern Kreise mit einander correspondiren. Mohl gelang es, an Palmenstrunken einzelne Bündel in ihrem bogenförmigen Fortgange von Aussen nach Innen zu verfolgen, wobey er zugleich bemerkte, dass sie ihre Zusammensetzung übereinstimmend mit der verschiedenen Bildung, welche man auf Queerschnitten an den äusseren und inneren Bündeln wahrnimmt, veränderten (L. c. §. 14—18.). Die Vervielfältigung der Gefässsubstanz geschiehet folglich an der Aussenseite des fibrösen Körpers durch die fortwährend sich bildenden Blätter oder Zweige und es musste Dupetit-Thouars in Verwunderung setzen, als er, die Verbindung zwischen Stamm und jungem Aste bey Dracaena Draco untersuchend, die Gefässbündel des Astes zwischen Holz und Rinde des Stammes, nachdem sie zuvor auf der Holzsubstanz sich ausgebreitet, hinabsteigen sah (Essays 4. Reponse 65. t. 4.). Eben so wenig vermochte Decandolle sich die Astbildung bey Pandanus odoratissimus zu erklären. Es drangen nemlich die Gefässbündel des Astes rechtwinklig ins Innere des Stammes und bildeten mit dessen äusseren Bündeln durch Kreuzung ein Netz, ohne dass ein Zusammenhang beyder Arten von Bündeln zu bemerken war (L. c. 222. t. 6.). Mich dünkt, es sey hier augenscheinlich, dass die äusseren senkrechten Bündel, so queer über die andern ohne Anastomose weg gingen, dieses nur dadurch vermochten, weil sie von weit späterem Datum, als der Ursprung des Astes, waren, indem nach Bildung desselben ohne Zweifel der Hauptstamm noch fortfahr zu wachsen.

§. 120.

Nicht von Aussen und Innen zugleich.

Damit hängt unstreitig die Anwesenheit des hellen durchsichtigen Kreises dicht um die Gefässsubstanz bey Dracaena und Agave, wovon oben Meldung geschehen, zusammen: denn

Digitized by Google

ich bemerkte darin gleichförmig vertheilte Flecken von minderer Durchsichtigkeit, welche durch Uebergänge sich als die Anfänge neuer Bündel auswiesen. Mirbel indessen, obwohl er darin die deutliche Anzeige von Bildung neuer Substanz zwischen Rinde und Holz solcher Monocotyledonen, bey denen ein auffallender Unterschied beyder vorhanden ist, bemerkte, konnte sich doch nicht von einer Meynung, die nicht ausreichte, dieses zu erklären, losmachen. Er statuirte bey Dracaena, Aloë, Yucca, Ruscus, Smilax, Dioscorea, Tamus eine doppelte Art des Wachsthums, nemlich an der oben bezeichneten Stelle, und, wie Desfontaines angegeben, im Mittelpuncte: hingegen bey den Gräsern und Palmen, die keine zellige Rinde haben, sollte nur die letzte Art zu wachsen, vorkommen (Ann. Mus. XIII. 14. Elem. I. 121. 122.). Aber schon Moldenhawer machte aufmerksam darauf (Beytr. 53.), dass bey den Palmen die Gefässbündel des Blattstiels um so tiefer in den Stamm gehen, je älter das Blatt ist; die äusseren Bündel also den jüngeren, die inneren den älteren Blättern angehören, so dass, wo der Blattstengel aus dem Stamme entspringt, die Bündel sich durchkreuzen. Die nemliche Beobachtung machte Hugo Mohl an Palmenstämmen, deren Parenchym durch Fäulniss zerstört war, indem ein Gefässbündel, von seinem Eintritt in den Stamm abwärts verfolgt, in einem Bogen zum Mittelpuncte ging, wo er eine Strecke hinab lief, dann sich der Peripherie wieder näherte und daselbst am Grunde des Stammes endigte (L. c. §. 3.). Auf diese Art sah Mohl in allen Palmenstämmen, vornemlich in den dickeren, überhaupt aber in solchen, wo die Blätter bey ihrem Ursprunge aus dem Stamme einander genähert sind, die Gefässbündel, welche zu den jüngeren Blättern gehen, jene durchkreuzen, welche gegen die älteren sich begaben (L. c. §. 5. n. 1.). Man muss demzufolge auch die zwiefache Art des Wachsthums, wie Mirbel sie für einen Theil der Monocotyledonen zulässt, in Abrede stellen und es bleibt nur die eine Art übrig, nemlich an der Aussenseite der Holzsubstanz d. i. der Hauptmasse der Gefässbündel.

Digitized by Google

§. 121.

Allgemeine Ansicht der Stengelbildung bey Monocotyledonen.

Stellet man sich das Wachsthum als das Resultat einer zwiefachen Kraft vor, nemlich einer, die von Innen nach Aussen, einer andern, die von Aussen nach Innen wirkt, so lässt sich daraus so gut bey Monocotyledonen, als bey Dicotyledonen, die Stengelbildung, wie ich glaube, erklären. Die erste nemlich, indem sie im Mittelpuncte des Stengels durch das Markzellgewebe wirkt und dasselbe ausdehnt, bewirkt eine Fortstossung des Vegetationspunctes und eine Verlängerung; die andere, indem sie in der Peripherie durch Hervorbringung des fibrösen Systems gegen die Wurzel zurückwirkt, die Zunahme im Umfange. Nimmt man demzufolge an, dass bey den Dicotyledonen das Zurückfliessen des Bildungssaftes im äusseren Theile des Stengels und die Bildung neuer Lagen durch ihn eine Wirkung der zweyten Kraft sey, so kann man nicht zweifeln, dass der nemliche Vorgang bey Monocotyledonen Statt haben müsse. Man betrachte im Längsschnitte den, aus hervortretendem Marke gebildeten gewölbten Vegetationspunct der Endknospe am Aloëstengel, Palmenstrunke u. s. w. und man wird von den ersten Blätteranfängen die neu gebildeten zarten Gefässbündel nicht gerade hinabsteigen, sondern der Oberfläche folgen sehen, so dass einleuchtet, es werde die Richtung, welche sie im weiteren Verlaufe beybehalten, ihnen hier bey der ersten Bildung ertheilet. Der Unterschied im Stengelbau der Monocotyledonen und Dicotyledonen liegt daher, wenn ich nicht irre, keinesweges in der Art, wie überhaupt der Stengel sich formirt, sondern darin, dass die bildungsfähige Materie bey den Monocotyledonen eine Faser- und Gefässsubstanz hervorbringt in alternirenden Portionen, die, obschon sich nahe rückend, doch getrennt bleiben, bey den Dicotyledonen hingegen, wie sich zeigen wird, in Gestalt von Kreisen, worin die einzelnen Portionen eine strahlenförmige Ordnung gegen das Centrum beobachten und dadurch, obwohl sie im Ganzen innig verbunden sind, es möglich machen, dass Spalten zwischen ihnen hindurch von

Digitized by Google

Innen nach Aussen gehen, welche, mit Zellgewebe ausgefüllt, der Kraft, die bey Monocotyledonen nur in der Richtung von Unten nach Oben wirkt, auch die Richtung nach den Seiten gestattet. Die hier gegebenen Andeutungen bedürfen freylich, bevor sie den Leser ansprechen können, einer weiteren Ausführung, wozu jedoch erst im Verlaufe dieses Werkes die Veranlassung sich finden wird. Hier genüge es, nur noch zu bemerken, dass auch E. Meyer darin die Monocotyledonen von den Dicotyledonen ganz abweichend findet, dass bey jenen die inneren Gefässbündel mit den äusseren alterniren, bey diesen ihnen entgegengesetzt sind (De Houttuynia 43.). Im Allgemeinen sind solche auch bey jenen, wenn man von den Knoten abstrahirt, nicht unter einander netzartig verbunden. Wenn daher Mirbel dergleichen Verbindungen an Ptychosperma gracilis (Elem. I. 118. t. IX. f. 2. h.), Mohl an Dracaena cernua (L. c. §. 33.) beobachteten, so ist zu glauben, dass die beträchtliche Annäherung der Blätter gegen einander zu diesem Vorkommen Anlass gegeben habe. Eben so verdient es noch eine Untersuchung: ob, wie Decandolle angiebt (L. c. 216) und Mohl wahrscheinlich findet, die Gefässbündel der Palmen in concentrische Kreise geordnet seyen, die man jedoch nicht wohl unterscheiden könne. Mir wenigstens schien bey den grössern Gräsern, die doch viel Uebereinstimmendes mit den Palmen haben, die Anordnung der Gefässbündel auf dem Queerschnitte vielmehr eine spiralförmige Linie zu bilden.

Zweytes Capitel.

Dicotyledonen.

§. 122.

Entstehung ihres Holzringes.

Desfontaines setzt das Unterscheidende im inneren Bau des Dicotyledonenstammes gegen die Monocotyledonen darin (A. a. O. 496.), dass in einem Canale, gebildet durch

Digitized by Google

concentrische Schichten einer Fasersubstanz, deren Durchsichtigkeit vom Centrum gegen den Umfang abnimmt, ein Mark eingeschlossen ist, welches Verlängerungen in strahlender Richtung durch den holzigen Körper macht. Vermöge dessen zeigt der Durchschnitt eines solchen Stengels wenigstens zwey concentrische Kreise; ausserhalb des äussern befindet sich die Rinde, zwischen dem äussern und innern ist Holz und innerhalb des innern das Mark eingeschlossen. Die Verlängerungen desselben machen sich durch hellere Strahlenlinien im Holze kenntlich, und sie schliessen daher Keile von Holzsubstanz ein, die betrachtet werden können, als in eine centrale Stellung vereiniget und da sie früher getrennt waren, nun unter einander verwachsen. Dass dieses wirklich die Art der Entstehung des Holzringes sey, zeigt sich bey Ansicht des frühern Zustandes. Wiewohl nemlich der Ring sich meistens schnell ausbildet, gelingt es doch öfters, in den jüngsten Theilen, sowohl wenn sie später holzig werden, als wenn sie immer krautartig bleiben, den Zeitpunct wahrzunehmen, wo die Bündel noch unverbunden sind. Malpighi fand in einem Castanientriebe, so erst einige Monate alt war, den Holzring unregelmässig ausgebildet und er vermuthet, dass Bündel, zuerst ohne Ordnung in Mark und Rinde zerstreut, durch den Andrang der letztgenannten Theile in einen zusammenhängenden Ring sich vereinigen (Anat. pl. 55.). Im Stengel von Kartoffeln, Bohnen, Brennnesseln und anderen krautartigen Pflanzen sind die Gefässbündel im jüngsten Zwischenknoten, wie in Monocotyledonen, getrennt und bey rundem Stengel beobachten sie eine kreisförmige Stellung, bey eckigem nehmen sie vorzugsweise die Ecken ein (V. inwend. Bau 134.). Auch in Hollunderschösslingen von sehr neuer Entstehung sah ich die noch weiche Fasermasse einen unterbrochenen unregelmässigen Kreis bilden (Das. 136.). Zuweilen jedoch erhält die Vereinzelung der Gefässbündel sich Jahre lang. Kieser stellt solche vom zweyjährigen Mistelzweige dar (A. a. O. T. V. f. 49.) und er scheint diese Trennung für dauernd zu halten: aber im älteren Stamme verwachsen solche völlig in einen geschlossenen Holzring. Moldenhawer (Beytr. 4.) nahm im oberen Theile des

Digitized by Google

Stengels von Laserpitium aquilegifolium vereinzelte Gefässbündel wahr, wodurch Mark und Rinde ungetrennt erschienen: im unteren Theile hingegen ging dieses in einen zusammenhängenden Ring über. Das nemliche bemerkte Link bey Vergleichung der jüngsten und der mehr ausgebildeten Theile von Platanus orientalis (Elem. 141. t. IV. f. 36. 37.). So lange aber die Trennung besteht, kommt die Art, wie in jedem Bündel die Elementarorgane vereinigt sind, mit der bey Monocotyledonen gewöhnlichen im Allgemeinen ganz überein (Mold. a. a. O. Mohl Palm. §. 41.); auch hat das Zellgewebe, welches die Bündel trennt, dann noch nicht die horizontale Lage der Zellen, so wie die Zusammendrückung von den Seiten (Mold. a. a. O. 5o. Mohl l. c. t. H. f. 3. cc.), wodurch es später, wenn es die Form der Markstrahlen angenommen hat, sich auszeichnet. Man muss also sagen, dass der Dicotyledonenbau in der ersten Bildung mit dem der Monocotyledonen sehr übereinkomme.

§. 123.

Zerstreute Gefässbündel.

Doch auch im ausgebildeten Stamme von ausgemachten Dicotyledonen findet sich nicht nur ein Uebergang zum Bau der Monocotyledonen, sondern selbst eine entschiedene Ausbildung desselben dadurch, dass ein safterfülltes Mark eine bald grössere, bald kleinere Zahl von zerstreuten und durch Zellstoff von einander getrennten Gefässbündeln enthält. Bernhardi machte die Bemerkung, dass Mirabilis und die Cucurbitaceen diese Anordnung im Stengel haben (Ueb. Pfl. Gef. 12. 20. T. 1. F. 1.), was ich für die Gurkenfamilie mit der Einschränkung bestätigen musste, dass hier dennoch zwischen der Rinde und dem Zellgewebe, welches die genannten Bündel enthält, ein geschlossener, gleichbreiter Ring von Fasersubstanz angetroffen wird (V. Bau 135.). Link beobachtete (Grundl. 144.) einen ähnlichen Bau bey Arten von Chenopodium und Amaranthus und Mirbel (Elem. I. 112.) im Marke von Ferula (Vergl. Decand. Organogr. T. 3. F. 3.) und andern Doldengewächsen, gleichfalls eine zerstreute

Digitized by Google

Stellung der Gefässbündel. Einer vorzüglichen Aufmerksamkeit ist dieser Gegenstand von E. Meyer gewürdigt worden (De Houtuynia etc. 4o. et sequ.). Er fand ein wahres Mark, welches nicht nur von einem gestrahlten Holzringe eingeschlossen war, sondern auch ziemlich viele Gefässbündel in sich enthielt, nicht nur bey Mirabilis longiflora, sondern auch bey Boerhaavia scandens und Oxybaphus Cervantesii, so dass er die Anwesenheit dieses Baues bey allen Nyctagineen vermuthet. Die nemliche Bildung beobachtete er im strauchartigen Stamme von Piper unguiculatum Jacq., nemlich unter einer dünnen Rinde einen von Faser- und Gefässsubstanz gebildeten, von Markverlängerungen durchschnittenen breiten Ring und innerhalb desselben ein Mark mit zerstreuten Gefässbündeln (L. c. 39. t. 1. f. 5—9.). Meyer glaubt durch diesen Bau, der seiner Meynung nach dem von Mirabilis u. s. w. ganz analog ist, der Gattung ihren Platz unter den Dicotyledonen hergestellt zu haben und wenn gleich über diese Stellung derselben kaum ein Zweifel seyn kann, muss doch bemerkt werden, dass Moldenhawer (Beytr. 5.) dem Stengel von Piper blandum und magnoliaefolium eine völlig zerstreute Lage der Gefässbündel, ohne Strahlengänge und ohne abgeschlossenes Mark giebt. Was ich bey Piper clusiaefolium, magnoliaefolium, incanum L. et O. und rubricaule gefunden habe stimmt mit Moldenhawers Angabe ganz überein. In einem saftreichen Zellgewebe waren hier die vereinzelten Faserbündel gleichmässig vertheilt; den äussersten Theil dieses Parenchyms nahmen verlängerte Zellen ein mit dickeren Wänden und kleinerer Höhle und diese Randschicht, die unmöglich als ein Holzring der Dicotyledonen betrachtet werden kann, indem sie ohne Gefässe und Markstrahlen war, hatte bey einigen der genannten Arten eine grössere, bey andern eine geringere Breite. Vielleicht indessen macht das Alter eine Verschiedenheit: denn Duvernoy fand bey einigen Pfefferarten zerstreute Holzbündel, bey andern einen Holzring mit Markstrahlen (Unters. üb. Keimung u. s. w. d. Monocot. 23. Taf. 1.). Mehr dem eigentlichen Dicotyledonenbau nähert sich Cactus funalis Sp. durch Kreisstellung und Schichtung der Faser- und Gefässsubstanz, wenn sie gleich aus Portionen besteht, so durch bedeutende Zellen-

Digitized by Google

massen, nicht durch blosse Markstrahlen getrennt sind: eben so verhält es sich bey Crassula portulacoides. Der Unterschied vom gewöhnlichen Bau scheint also nur darin zu liegen, dass bey mehreren Fettpflanzen das Zusammenrücken der Bündel in einen Ring sehr spät vor sich geht: denn z. B. bey Cotyledon coccinea fand ich denselben, wiewohl dünn, doch bereits völlig geschlossen.

§. 124.

Aeussere Rindenlage.

Es besteht also, die bisher erwogenen Anomalien abgerechnet, der Stamm der Dicotyledonen, innerlich betrachtet, aus drey Theilen, welche als eben so viele Systeme betrachtet werden können, dem Marke, der Rinde und dem, sie trennenden, Holzkörper (Grew Anat. 107. §. 1.). Da aber das Mark ein Zellgewebe ist, die Rinde in ihrem inneren Theile holzig, im äusseren zellig; und da die Vergrösserung von Rinde und Holz von der Linie aus, wo beyde sich berühren, schichtenweise vor sich geht, so hat Dutrochet (Accroiss. d. veget. 14.) den Inbegriff der Theile, welche innerhalb dieser Linie gelegen sind, Système central, derer welche ausserhalb derselben, Système cortical genannt, indem er die Aehnlichkeit in der Anordnung bey einem Wachsthume in entgegengesetzter Richtung darzuthun versucht und den parenchymatösen Theil der Rinde medulle corticale nennt, im Gegensatze von medulle centrale, dem eigentlichen Marke. Diese Ansicht, welcher auch Decandolle beypflichtet (Organ. I. 161. 194.), hat allerdings einigen Schein für sich: allein es wird sich bald zeigen, welche Verschiedenheit zwischen Rinde und Bast einerseits und Holz und Mark andrerseits, bey aller äusseren Aehnlichkeit, bestehe. Will man aber solche zur Eintheilung in der Zusammensetzung benutzen, so fällt der Grund der Eintheilung nicht in die Augen, besonders in alten Bäumen, wo das sogenannte Centralsystem das bey weitem herrschende wird, gegen welches das andere fast verschwindet. Wichtiger ist daher der Unterschied, welcher sich in der Rinde selber darbietet, nemlich der von einer äusseren Lage (Mirbel

Digitized by Google

Mem. du Mus. XVI. t. 1. f. 3. 5. ac.) und einer inneren. Die äussere Rindenlage hat Malpighi zwar dargestellt, aber ihrer nicht besonders erwähnt, eben so wenig Grew. Duhamel nannte sie „enveloppe cellulaire", eine Benennung, welche von Desfontaines, Mirbel und Decandolle beybehalten ist und auch im Deutschen beyzubehalten wäre, wenn sie sich schicklich wiedergeben liesse. Ich werde daher fortfahren, sie die äussere Rindenlage zu nennen, wie auch von Moldènhawer (S. 39. 40.) geschehen. Sie ist in Bäumen, obgleich von einer fast undurchsichtigen Oberhaut bedeckt, doch von tiefgrüner Farbe und besteht aus blossem Zellgewebe, welches in seinem Safte zahlreiche Körner enthält. Die Zellen, welche kleiner und inniger verbunden, als im Marke sind, hängen durchgängig in Längsreihen zusammen und sind daher im Allgemeinen viereckig (Moldenhawer T. V. F. 14. 15.). C. Sprengel (Vom Bau 87.) läugnet die Anwesenheit von Intercellulargängen in der Rinde und im Baste überhaupt: aber Link (Elem. Ph. bot. 76.) hat mit Recht ihm darin widersprochen. Bey der Esche siehet man im inneren, dem Baste zugekehrten Theile dieser Rindenlage Parthien von grünen und von farbelosen Zellen mit einander abwechseln. Sie enthält häufig eigenthümliche Gefässe z. B. im Tulpenbaume zerstreute Oelbläschen, im Wachholder Zellen oder Parthien von Zellen, welche braun tingirt sind, vermöge eines harzigen Safts, den sie führen. Die Stärke dieser Rindenlage ist sehr verschieden nach den Pflanzen und dem Alter. Beträchtlich dick ist sie schon in der Mistel, noch weit mehr aber in den strauchbildenden Arten von Cactus, Euphorbia, Mesembrianthemum, Sempervivum u. s. w. Verhältnissmässig dünn ist sie dagegen in Bäumen und Sträuchern mit lederartigen und saftarmen Blättern. Im Fortgange des Sommers nimmt sie an Dicke zu, wie man deutlich wahrnimmt, wenn man z. B. an einem Jahresschössling der Esche das obere Ende mit dem unteren vergleicht: aber im zweyten Jahre verstärkt sie sich nicht. Eben so wenig reproducirt sie sich, wenn die Rinde in Folge der fortschreitenden Ausdehnung, welche sie erleidet, von Aussen vertrocknet und reisst; was natürlicherweise die aus-

Digitized by Google

seren Lagen zuerst betreffen muss. Decandolle nimmt zwar an (Org. I. 196.), dass bey Platanen, wenn der Stamm sich häutet, durch den nemlichen Vorgang, wodurch die äusserste Zellgewebslage sich ablöset, eine neue unter ihr, welche nun frey wird, sich entwickle und jene endlich reproducire. Allein die Darstellung, welche Mirbel (Mem. du Mus. XVI. t. 2.) von den Veränderungen der Rinde bey Linden bis zum achten Jahre gegeben hat, zeigen, dass wenigstens bey solchen Bäumen, wo die äusserste Rinde nicht jährlich abgeworfen wird, eine solche Reproduction der zelligen Rindenlage, nachdem sie einmal vertrocknet ist, nicht mehr Statt finde. Vielmehr siehet man, wenn die trockne und harte Kruste eines Stammes weggenommen, darunter sogleich die Bastlagen. Es scheint daher, wie bey den Monocotyledonen, so auch bey den Dicotyledonen, die Anwesenheit und Stärke dieser Rindenlage mit der Bildung der Blätter in genauem Zusammenhange zu stehen.

§. 125.

Innere Rindenlage.

Die innere Rindenlage wird von Malpighi und Grew vorzugsweise die Rinde genannt. Duhamel sagt (Phys. I. 17.) man könne solche mit mehreren Schriftstellern, worunter er auch Grew, mit Unrecht wie ich glaube, anführt, den Bast (liber) nennen, weil sie aus dünnen Blättern bestehe, die, gleich denen eines Buchs, auf einander liegen. Mirbel hat diese Bezeichnung in seinen Schriften beybehalten, eben so Dupetit-Thouars (Essais 213.): aber Decandolle versteht unter dem Baste nur einen Theil dieser inneren Rinde (Org. I. 189.) und Malpighi, der Urheber dieser Benennung, noch etwas anderes. Um daher Missverständnisse zu vermeiden, dürfte das Beste seyn, den Namen der inneren Rinde mit Moldenhawer (Beytr. 39. 40.) für sie beyzubehalten. Sie ist von der äusseren nicht durch eine scharfe Gränne geschieden, sondern geht in sie über. Sie ist von grösserer Festigkeit, als die äussere, aber, wegen minderer Einwirkung des Lichts welche sie empfängt, von einer minder lebhaften Färbung. In der ersten Zeit ihrer Entstehung wird sie von der äusseren Rindenlage an Dicke übertroffen, in der

Digitized by Google

Folge aber übertrifft sie jene darin, indem sie mit dem Wachsthume des Stammes an Durchmesser zunimmt, was bey jener nicht geschieht. Damit sind andere Veränderungen verbunden: wir wollen daher zuerst sehen, wie sie beym mehrjährigen Dicotyledonenstamme im ersten Jahre des Wachsthums sich verhält. Zellgewebe und Fasersubstanz wechseln in ihr partieenweise ab. Auf dem Queerschnitte nemlich stellt sich, durch grössere Transparenz und blässere Färbung ausgezeichnet, ein Kreis von Faserbündeln dar, der ungefähr die Mitte einnimmt. Die Form der einzelnen Bündel ist ein Oval oder ein stumpfeckiges Quadrat, aber diese Figur ist gemeiniglich mehr oder weniger in die Breite gezogen und ihre Umrisse häufig unregelmässig (Mirbel Mem. Mus. XVI. t. 1. f. 5). Zuweilen bilden sie auf dem Queerschnitte flache Bogen oder Halbzirkel, wie beym Apfel-, Birnen-, Feigen-, Sumachbaume (Grew Anat. T. 25. 26. 31. 34.), nie aber einen zusammenhängenden Ring um den ganzen Holzkörper, wie Grew (L. c. T. 23. 33.) mit Unrecht von der Haselstaude und Eiche vorstellt. Der andere Bestandtheil der inneren Rindenlage, das Zellgewebe, welches jene Bündel einschliesst, verhält sich auf zwiefache Weise. Auf einem Queerschnitte betrachtet nemlich beobachtet ein Theil der Zellen eine strahlende Stellung von Innen nach Aussen, ein anderer Theil aber erscheint ohne bestimmte Ordnung des Zusammenhangs. Die Ursache dieser Verschiedenheit erhellet deutlicher auf einem durch die Axe gehenden Längsschnitte. Man siehet dann, dass in dem strahlenden Zellgewebe die Zellen horizontal liegen und in horizontalen Reihen sich fortsetzen, dass hingegen das andere, welches die Faserbündel vornemlich von Aussen nach Innen zunächst bedeckt, aus wenig verlängerten Zellen bestehe, die in senkrechten Reihen zusammenhängen (Mirb. l. c. f. 8. g. h.). Führt man aber den Längsschnitt in der Tangente des Kreises, so der Stamm bildet, durch die innere Rinde, so erscheinen die Fibernbündel in Form eines Netzes verbunden, was Duhamel plexus cortical nennt, mit bald engeren, bald weiteren, auch längeren oder kürzeren, immer aber sehr scharf zugespitzten Maschen (Malpighi I. t. 1. f. 5. 6. Duham. Phys. I. l. 1. t. 1. f. 12—14. Mirb. l. c. t. 1.

Digitized by Google

f. 10. t. 2. f. 10.). Es sondert nemlich ein Theil der Fasern, woraus jeder Bündel besteht, sich ab und geht zu dem benachbarten nun der einen dann der andern Seite über, wobey zugleich der Bündel sich den Seitenbündeln nähert und dadurch eine schlangenförmige Richtung annimmt. Duhamel sagt (L. c. 20.) es scheine diese netzförmige Verbindung der Bastbündel nicht in allen Bäumen Statt zu haben, obgleich Malpighi und Grew (108. §. 8.) das Gegentheil behaupten: er nennt solche Bäume aber nicht. Mir sind dergleichen nicht vorgekommen, nur in Kräutern z. B. der Asclepias syriaca, habe ich sie parallel absteigend gefunden, ohne alle Seitenverbindung (V. inw. Bau 141.). Einige Holzarten zeichnen sich aus durch die Zartheit und blendende Weisse der Bündel, so wie durch Feinheit des von ihnen gebildeten Netzes z. B. die Arten von Daphne, besonders Daphne Lagetto, bois de dentelle der Franzosen (Duham. l. c. t. 2. f. 3.), deren Bastlagen dem feinsten Spitzengewebe gleichen, sich im Wasser waschen lassen und ehedem den Westindiern zum Kopfputze dienten (Swarz Fl. Ind. occid. II. 682.).

§. 126.

Ihre Elementartheile.

Betreffend die Elementartheile der innern Rinde im Einzelnen, so bildet in den ersten Jahren das Zellgewebe die überwiegende Grundmasse. Die Zellen sind z. B. im Hollunder anfänglich oval, klein, zusammengedrängt und enthalten einen dunkelgrünen Saft (Moldenh. Beytr. 40.). Aber so wie man tiefer geht, entwickelt sich darin die obenbemeldete Verschiedenheit der Lage und des Zusammenhangs: man bemerkt einige Zellen, die eine horizontale und strahlende, andere, die eine senkrechte Verbindung und Verlängerung haben. Die erste Art der Anordnung ist mit einer Zusammendrückung der Zellen von den Seiten her verbunden. Diese, wenn sie auch gleichzeitig mit dem Entstehen des fibrösen Gewebes erscheint, kann doch nicht als blosse Folge des Druckes betrachtet werden, den z. B. die härteren Fibernbündel auf das in ihren Zwischenräumen eingeschlossene Zellgewebe ausüben sollen, indem sonst dasselbe sämtlich auf

Digitized by Google

diese Art verändert werden müsste, was nicht der Fall ist. Die Ursache muss daher mit Moldenhawer in eine ursprüngliche Verschiedenheit der Bildung gesetzt werden. Die senkrechten Zellenreihen dagegen sind es, welche die unmittelbare Umgebung der Faserbündel bilden. Sie bestehen jede aus einer kleinen Anzahl von festen, ziemlich farbelosen Zellen, die eine parallelepipedische Form haben, indem jeder Schlauch, wo er dem oberen und unteren sich anschliesst, gleichsam abgeschnitten ist. Dennoch aber endigen sie sich, oben wie unten, mit einem keilförmig zugespitzten Schlauche, so dass solche Zellenreihen, auf eine sonderbare und noch nicht erklärte Weise, in ihren Umrissen den, ihnen zunächst liegenden fibrösen Röhren dergestalt ähnlich sehen, dass in eben dem Maasse, als diese sich verdünnen, auch jene Zellenreihen sich verschmälern (Moldenh. Beytr. 59. T. V. F. 14. 16. M. Beytr. 56. T. V. F. 44. 45.). Dadurch ohne Zweifel wurde Malpighi veranlasst, beyde zu verwechseln und die fibrösen Röhren, als aus Zellen zusammengesetzt und mit Klappen versehen, vorzustellen (L. c. 22. t. V. f. 21. 24.) und ich selber beging anfänglich diese Verwechselung (Vom inw. Bau 20. 28.), indem ich später in einer solchen Zellenreihe oder zwischen mehreren derselben, eine fibröse Röhre eingeschlossen vermuthete (Beytr. 58.). Auch in der äusseren Rindenlage, z. B. vom Hollunder, kommen dergleichen vor, wo sie sich durch ihre blässere Farbe auszeichnen und selbst im Innern der Holzsubstanz werden wir sie wiederfinden. In dem Zellgewebe von der zuletzt beschriebenen Art finden sich sehr häufig eigenthümliche Gefässe, selten von so bedeutender Grösse, als beym Rhus typhinum und Wachholder, sondern gewöhnlich von der kleinern und einfachen Art, ohne bestimmte Ordnung zerstreut. Im Hollunder finden sich neben den Bástbündeln zwey bis drey solcher, welche im Sommer einen milchartigen, im Herbste einen rothen Saft führen. In der Weide siehet man sie als sehr feine Schnüre von Bläschen an eben der Stelle. Bey der Linde bemerkt man grössere Gummibehälter in den Maschen des Bastnetzes, kleinere in dem Zellgewebe, so an der Innenseite der Bündel sich befindet. Bey den Eichen, sagt Hill (Constr. of

Digitized by Google

timb. 21.), enthält die innere Rinde Gefässe voll von einem braunen styptischen Gummi, welchem die Eiche ihre Tugend als Gerbematerial verdankt. Lufthöhlen hat, so viel mir bekannt, noch Niemand in der inneren Rindenlage angetroffen.

§. 127.

Ihre fibrösen Röhren.

Was die fibrösen Röhren betrifft, woraus die Bastbündel bestehen, so hat Link die Ansicht aufgestellt (Nachtr. 2. Heft), es seyen keine Schläuche, wie die Fibern des Holzes, sondern ununterbrochene Röhren, worin er den Nahrungssaft aufsteigend glaubt. Allein schon Grew (Anat. 112. §. 33.) hält beyde von der nemlichen Bildung in der Rinde, wie im Holze, und wenn z. B. bey der Linde die Fasern der Bastbündel beym ersten Anblicke von denen des Holzes verschieden scheinen, so verschwindet dieser Anschein und es zeigt sich eine völlige Uebereinstimmung, nachdem man durch Maceration der Theile, abwechselnd in Salpetersäure und caustischem Kali, die Fasern vereinzelt dargestellt und verglichen hat (M. Beytr. 15.). Indessen betrifft diese Uebereinstimmung freylich nur die äussere Form und den Zusammenhang: denn, worin die fibrösen Röhren der Rinde sich auffallend von denen des Holzes unterscheiden, ist, dass sie niemals, wie diese, mit der Zeit fest und hornartig werden, sondern immer ihre Weichheit und Zähigkeit behalten, was den Bast für so mancherley öconomische Zwecke anwendbar macht. Aber auch dann zeigt sich darin oft die Verwandtschaft mit dem Holze, dass, in dem Maasse, als jener zähe ist z. B. bey Linden, Weiden, Daphne Mezereum, es auch das Holz zu seyn pflegt: hingegen ist er brüchig, wenn auch das Holz es ist, z. bey der Buche. Bey Ulmen und Eschen hingegen ist der Bast von sehr verschiedener Zähigkeit, obschon der Splint ganz übereinstimmt. Die Biegsamkeit der Bastfasern hat unstreitig darin ihren Grund, dass ihre Höhlen, in denen man bey Längsschnitten keine Luftblasen wahrnimmt, niemals, wenigstens so lange das anliegende Parenchym voll Feuchtigkeiten ist, saftleer zu werden scheinen. Indessen dürfte ausser dieser Ursache auch noch eine in dem verschiedenen Material jener beyden Arten von fibrösen Röhren

Digitized by Google

liegen. Sehr wichtig für diesen Umstand, so wie für die ganze Bedeutung der Rinde ist, dass so wenig innerhalb der Bastbündel, als in der Rinde überhaupt, sich Gefässe finden. Schon Grew bemerkt dieses als etwas Auffallendes, wovon ihm noch keine Ausnahme vorgekommen (L. c. 108. §. 8.). Seine roriferous vessels, auch sapvessels, special sapvessels genannt, welche er von den lymphaeducts (den fibrösen Röhren) der Rinde unterschieden wissen will, sind unstreitig nichts weiter, als eben diese, aus denen Grew beym Feigenbaume, Sumach, Wermuth u. s. w. einen harzigen Saft glaubte strömen zu sehen. Was für Gefässe es seyen, dergleichen Duhamel (Phys. I. 19. t. 1. f. 11.) ausser den Faserbündeln im Baste fand, lässt sich aus der kurzen Beschreibung und rohen Abbildung eben so wenig ermitteln, als was Daubenton gemeynt, wenn er Gefässe im Baste wahrnahm, die aussahen „als wären glänzende Kügelchen in Längsreihen geordnet" (Desfontaines l. c. 481.). Vermuthlich waren es in beyden Fällen eigene Saftbehälter, was die Beobachter vor Augen hatten. Diese völlige Abwesenheit der Spiralgefässe und der mit ihnen verwandten Gefässformen in den Bastbündeln der Rinde macht demnach jede Vergleichung derselben mit den zerstreuten Holzbündeln der Monocotyledonen, die auch noch Anderes gegen sich hat, ganz unzulässig.

§. 128.

Ihre Veränderungen durch das Wachsthum.

Im Bisherigen ist der Bast von uns erwogen, wie er sich am einjährigen Triebe darstellt: dieses möge daher als die erste Bastlage bezeichnet werden. Im mehrjährigen hat er in Folge des Wachsthums bedeutende Veränderungen erlitten. Nur in wenigen Holzarten, nemlich z. B. dem Weinstocke, wird ein Theil der Rinde jährlich abgeworfen: in den meisten verdickt sie sie sich zu einem bedeutenden Grade. Im jährigen Eichentriebe z. B. fand ich sie ½ Linie stark, in einem zehnjährigen hatte sie eine Dicke von 1½ Linien. Aber diese Verdickung betrifft, wie gemeldet, nicht die äussere, sondern die innere Rindenlage, welche dann, nach eini-

Digitized by Google

ger Maceration sich in zahlreiche dünne Lagen oder Blätter spalten lässt, die, wenn sie noch an der einen Seite vereiniget sind, das Ansehen eines halbaufgeschlagenen Buches geben (Duh. Phys. l. c. t. 1. f. 17). Jede Lage besteht aus einem solchen Netze von Faserbündeln, als eben beschrieben, dessen Lücken mit Zellgewebe ausgefüllt sind: und es wird dadurch eine gleichförmige Hülle gebildet, welche die ganze übrige Rinde umschliesst. Nur die Faserbündel von der nemlichen Lage sind unter einander netzförmig verbunden, nicht aber die von verschiedenen: gleichwohl decken sie in der natürlichen Lage einander vollkommen. Auch vom Zellgewebe correspondiren die Massen, welche die Zwischenräume des Netzes von den verschiedenen Lagen ausfüllen, mit einander aufs Genaueste und so geschiehet es, dass man statt mehrerer Netze, so sich in der Trennung darstellten, nur ein einziges zu sehen glaubt, wenn sie wieder in ihre vorige Lage gebracht sind (Duham. l. c. 22.). Dabey werden diese Zwischenräume jedoch in ihrer Fortsetzung durch die verschiedenen Bastlagen betrachtet, nach Aussen weiter, nach Innen immer enger, was auch schon Malpighi wahrgenommen (L. c. 20. 21.), und sie bilden also Trichter oder Zellen, wie Duhamel sich ausdrückt, deren weite Oeffnung nach Aussen, deren Spitze nach Innen gerichtet ist. Das Microscop giebt Aufschluss über die Entstehung dieser Form durch die Beobachtung von mehrjährigem Baste im Queerschnitte: man siehet dann statt Eines Kreises von Faserbündeln, wie im jährigen Triebe, deren mehrere und sowohl die einzelnen Schichten, als die Faserbündel, trennt ein sie umgebendes Zellgewebe. Der erste Kreis hat hiebey keine andere Veränderung erlitten, als die, welche eine Folge der Ausdehnung ist; seine Bündel haben sich nur von einander entfernt und die Masse des Zellgewebes zwischen ihnen hat in gleichem Maasse zugenommen. Auf einem Längsschnitte siehet man gleichfalls die Maschen des Netzes erweitert. In der zweyten Lage haben zwar die Faserbündel sich vervielfältiget: aber ihre mit Zellstoff erfüllten Zwischenräume, obwohl nun enger, fallen wiederum auf die der ersten Lage. Dabey entsprechen einem Faserbündel von dieser, mehrere derselben von der zweyten

Digitized by Google

Lage, zwischen denen wiederum Zwischenräume, mit Zellstoff erfüllt, bestehen, die sich ebenfalls nach und nach erweitern. Man siehet daher bey Längsschnitten dieser zweyten Lage weitere und engere Maschen im Bastnetze abwechseln, wovon jene den Maschen der ersten Lage correspondiren. Die nemliche Bildung continuirt in den folgenden Lagen, aber nicht bloss die von der ersten herrührenden Zwischenräume setzen sich weiter nach Innen fort, sondern auch die in der zweyten anfangenden continuiren durch die dritte, indem sich hier wiederum neue bilden (Meine Beytr. T. IV. F. 34.).

§. 129.

Fortsetzung des Vorigen.

So also, wenn in der Richtung von Aussen nach Innen Zellgewebe auf Zellgewebe, Faserbündel auf Faserbündel sich legen und zugleich die Portionen von Zellstoff nach Aussen, die von Fasersubstanz nach Innen vervielfältigt, also breiter werden, so und nicht anders geschieht es, dass Faser- und Zellgewebe im mehrjährigen Baste abwechselnde Pyramiden bilden, von denen die aus Zellgewebe bestehenden ihre Spitze, die aus Fasersubstanz ihre Basis, dem Holze zukehren. So erscheint daher der Bast auf Queerschnitten bey der Linde (Duham. l. c. t. 2. f. 2.) beym Speyerlingsbaume (Hill constr. of timb. t. 19.) beym Tulpenbaume (M. Beytr. T. 14. F. 34.), bey der Ulme (Mirb. Mem. XVI. t. 1. f. 3.) der Buche u. s. w. In manchen Holzarten jedoch, z. B. der Weide, Pappel, Eiche sind diese Pyramiden nur undeutlich oder auch gar nicht wahrzunehmen. Manchmal scheinen sie in den verschiedenen Reihen zu alterniren, wie es Grew vom Apfel-, Birnen-, Pflaumenbaume vorstellt (L. c. t. 25. 26. 27.). Jedoch scheinet dieses eine blosse Folge von Verschiebungen zu seyn, die entweder durch den Schnitt oder durch besondere, in der Vegetation dieser Stämme liegende, Ursachen hervorgebracht wurden. Wiederum in andern siehet man die Spitzen der Faserpyramiden sehr verlängert und dabey wellenförmig gebogen. Dieser Fall scheint vorzüglich dann einzutreten, wenn eine,

Digitized by Google

bedeutender Verdickung fähige, Rinde durch besondere äussere Umstände eine ungleiche Ausdehnung erleidet: so wenigstens habe ich es an einem achtjährigen Stämmchen von Aralia spinosa wahrgenommen. Auch Mirbel (A. a. O. t. 2. f. 8. 9.) bildet den Bast vom Linden- und Kirschbaume so ab, ohne jedoch über die muthmassliche Ursache sich zu erklären. Das Bisherige führt in natürlicher Folge auf die Frage: Wird in jeglichem Jahre eine neue Bastschicht und werden deren mehrere in Einem Jahre hervorgebracht? Auf den ersten Theil derselben ist, wie ich glaube, bejahend zu antworten, wovon beym Wachsthum des Dicotyledonenstammes ein Mehreres. Das Andere betreffend, so glaubte Duhamel (A. a. O. I. 21.) bey der Linde Anzeigen zu haben, dass im Jahre nur Eine neue Bastlage sich gebildet: indessen gab er seine Erfahrungen selber für unzureichend. Malpighi (L. c. 35. 36. t. VIII. f. 32–36.) fand beym Kastanienbaume in einem Triebe von wenigen Monaten einen einfachen Ring von Bastbündeln, in einem von sechs Monaten deren zwey, in einem von achtzehn Monaten vier, in einem von zwey Jahren sechs, in einem von vierthalb Jahren acht derselben. Hiernach scheint, als würden, Anomalien ungerechnet, in jedem Jahre deren zwey erzeugt. So habe ich es auch bey der Weide, Eiche, Tanne, Weymuthsfichte wahrgenommen (M. Beytr. 61.) und neuerlichst nahm ich Gelegenheit, diese Beobachtung zu bestätigen bey der Weide, Eiche, Pappel, sowie bey Aralia spinosa, wo der achtjährige Stamm mir in den weissen Bastpyramiden funfzehn dunklere Queerstriche, die Durchschnitte der Zellenlagen zwischen den Faserbündeln, zeigte. Mirbel hat bey der Ulme und Linde beobachtet, dass wenigstens vier Lagen von Faserbündeln die gesammte Bastlage von jedem Jahre ausmachten (A. a. O. 5. 18. t. 1. f. 3. 5. t. 2. f. 1—8.). Wenn es daher den Anschein hat, als beobachte die Natur hierin weder im nemlichen Baume, noch in mehreren mit einander verglichen, eine Gleichheit: so scheinen doch andrerseits die Faserkreise eines und des nemlichen Jahres in einer besonderen Verbindung unter einander zu stehen und eine Hauptlage zu bilden, die von der benachbarten sich leichter ablöst, als die einzelnen Schichten

Digitized by Google

woraus sie besteht, von einander. Endlich ist noch in Bezug auf die Behälter des eigenen Safts anzumerken, dass in dem Maasse, als die innere Rinde sich verdickt, auch sie sich vervielfältigen, doch so, dass sie niemals die Dicke erreichen, welche sie in der Rinde des ersten Jahres hatten. Bey der Coniferen, bey Aralia spinosa, Rhus typhinum u. s. w. siehe man daher auf dem Durchschnitte eine unzählige Meng Tropfen flüssigen Harzes aus diesem Theile der Rinde her vorquellen.

§. 130.

Schicht zwischen Rinde und Holzkörper.

Zwischen der beschriebenen inneren Rindenlage und dem Holzkörper siehet man, zu gewissen Zeiten deutlicher, zu andern minder deutlich bis zum Unmerklichen, eine Substanz, welche man, will man nur auf die Weichheit, den Saftgehalt, die ins Grünliche ziehende Farbe Rücksicht nehmen der Rinde beyzählen kann. Malpighi sagt (L. c. 20. 21.) dicht am Holze liege der Bast (liber) und er entstehe, indem die Faserbündel der Rinde einen fast geraden Lauf nehmen, so dass sie sehr kleine und scharf zugespitzte Räume zwischen sich lassen, worin die horizontalen Schlauchreihen gelagert, so ins Holz eindringen. Daraus sowohl, als aus seinen Abbildungen (t. 2. f. 6. G. H.) erhellet, dass Malpighi den Theil darunter verstand, welchen ich früher geglaubt (Vom Bau 142.) als die dritte oder innerste Lage der Rinde am passendsten bezeichnen zu können. Auch Grew ist dieser Ansicht. Ein Ring von Lymphgefässen (fibrösen Röhren), sagt er, der manchmal gestrahlt (von Markstrahlen durchschnitten) sey, manchmal nicht, bilde den innersten, zunächst am Holze liegenden Theil der Rinde (Anat. 109.). Diesen Ring siehet man auch, wiewohl von verschiedener Breite, fast in allen Durchschnitten, so er von Stämmen giebt z. B. Taf. 22. 25. 26. u. s. w. und überzeugt sich, dass Grew eine Substanz gemeynt habe, welche zuweilen fast nur als ein blosser hellerer Kreis zwischen Rinde und Holz erscheint, zuweilen aber von bedeutendem Durchmesser ist und zwischen diesen Extremen alle mögliche Uebergänge zeigt. Während dieser Entwicklung tritt

Digitized by Google

sie aus dem Zustande einer blossen Gallert, worin das bewaffnete Auge so gut als nichts unterscheidet, immer mehr hervor und nimmt dabey in ihrem kleineren äusseren Theile den Bau der Rinde, in ihrem grösseren inneren den des Holzes an. Bey der Weide, Eiche, Pappel, sahe ich Ausgang Februars noch nichts von ihr: aber beym ersten Ausbruche der Blätter zeigte sie sich im Himbeerstrauche von bräunlichgrauer, im Hollunder von heller schmutziggrüner Farbe; durch sie und ihre Ausbildung hängt dann die Rinde mit dem Holze zusammen, was zuvor nicht der Fall war (V. Bau 143.). Im Anfange July's endlich, zeigt sie bey der Hainbuche von Aussen die eigenthümlichen perpendiculairen Zellenreihen der Rinde, von Innen die fibrösen Röhren des Holzes (Das. 145.). Mit einem Worte: alle Erscheinungen geben den Beweis, dass diese Substanz eine neu gebildete sey, wodurch sich einerseits die Rinde, andrerseits der Holzkörper vergrössert und es scheint demzufolge unpassend, sie weiter der Rinde beyzuzählen. Duhamel nennt sie (II. 26.) Cambium, indem er diesen Ausdruck von Grew entlehnt. Allein dieser versteht unter solchem (den er wiederum aus der Thierphysiologie genommen) einen blossen Saft von der concentrirtesten Beschaffenheit, einen Thau (ros), der sich erst durch seine Bildungen sichtbar machen soll (Anat. 15.) und mit Recht sagt Mirbel, dass das Cambium (im Sinne von Duhamel) nicht ein Saft sey, sondern ein zartes Gewebe, welches die Grundlage neuer Theile gebe (Mem. Mus. XVI. 25.). Er nennt daher diese Substanz passender Bildungsschicht (couche regeneratrice) und stellt sie dar, wie er sie in der Eiche und im Apfelbaume fand (A. a. O. t. 2. f. 11. c. f. 12. d.). Zur nemlichen Zeit jedoch, wo diese Schicht sich in neue Theile völlig ausbildet, scheint auch schon wieder, wie Grew bemerkt (19. §. 6.) eine neue sich anzulegen, die dann wiederum eine gewisse Periode hindurch als ein blosser heller Ring zwischen Rinde und Holzkörper sichtbar bleibt.

§. 131.

Elementartheile des Holzes.

Die Holzsubstanz der Dicotyledonen bilden Fasern, Ge-

Digitized by Google

fässe und Zellgewebe, und Malpighi vergleicht sie deshalb mit der Knochensubstanz, deren Grundmasse gleichfalls Fasern sind, die sich netzförmig verbinden und deren Zwischenräume sich mit einem hartwerdenden Safte erfüllen (L. c. 36.). In den krautartigen Stengeln ist der Antheil des Zellgewebes überwiegend, in den holzbildenden hingegen, besonders den ausdauernden, bilden Fasern und Gefässe die Hauptmasse in Form von kreisförmigen Lagen und mit verticalen Spalten, die wagerecht in der Richtung von Radien sich fortsetzen. Zellgewebe tritt dann sowohl zwischen jene Lagen, als in diese Spalten ein, so dass auf Queerschnitten die Holzmasse bezeichnet ist sowohl mit dunkleren concentrischen Kreislinien, als mit helleren Streifen, welche strahlenförmig die Holzmasse durchsetzen und sie in verlängerte Keile sondern, so ihre Spitze am Marke, ihre Basis an der inneren Gränze der Rinde haben. Von diesen Elementartheilen fehlet, so weit unsere bisherigen Beobachtungen reichen, keiner im Holze und die wahrgenommenen Ausnahmen davon sind nur scheinbar. So z. B. sollen die Coniferen und die Mistel bald der fibrösen Röhren, bald der Gefässe entbehren. In meiner frühesten Beschreibung des Baues der Nadelhölzer habe ich diesen die Gefässe abgesprochen, indem ich bloss Fasern fand, die jedoch den Gefässen in ihrer Bildung sich näherten (V. Bau 158.). In Folge späterer Untersuchungen jedoch habe ich dieses, wenigstens für die Abwesenheit der Spiralgefässe, zurückgenommen (Beytr. 16.). Auch Ad. Brongniart (Rech. s. l. struct. d. Cycadées: Ann. d. Sc. nat. XVI.) siehet im Holze der Coniferen nur verlängerte poröse Zellen, ohne Gefässe irgend einer Art. Dagegen findet Moldenhawer im Taxus- und Fichtenholze (Beytr. §. 77. 91.) nur Spiralgefässe ohne alle fibrösen Röhren und H. Mohl (Bau des Cycad. Stammes 14.) ist dieser Ansicht beygetreten, indem er sie noch mehr zu begründen gesucht hat. Kieser endlich nimmt bey den Coniferen eine Mittelbildung zwischen verlängerten Zellen (wie er die fibrösen Röhren nennt) und Gefässen an und lässt das ganze Holz daraus bestehen (Grundz. §. 335. u. folg.) und bey Erwägung der Uebereinstimmung dieser Bildungen einerseits mit fibrosen Röhren

Digitized by Google

in ihrem geringen Umfange, der Kleinheit ihrer Höhle und der Dicke ihrer Wände, andrerseits mit den Gefässen im getüpfelten, gestreiften oder spiralen Bau ihrer Wände, muss man dieser Ansicht, bey welcher so wenig die Fibern, als Gefässe fehlen, beytreten. Darin also machen die Coniferen sich immer noch gegen andere Dicotyledonen kenntlich, dass sie nur einerley Art von Röhren haben, wenigstens nicht grössere und kleinere unter einander. So verhält es sich daher nicht bloss bey den einheimischen Gattungen Pinus und Juniperus: sondern auch bey den ausländischen, bey Salisburia, Dammara, Dacrydium, Podocarpus, Araucaria habe ich diese Bildung gefunden. Selbst die fossilen Stämme des Fichtengeschlechts lassen sich daran noch erkennen z. B. der ungeheure Stamm aus dem Sandsteinbruche zu Craig-Leith bey Edinburgh. Auch die Cycadeen sind aus diesem Grunde mit Ad. Brongniart der mehrgedachten Familie beyzugesellen, da die Holzmasse bey ihnen gleichfalls nur aus einer Art von röhrigen Organen besteht. Dagegen ist dem sonst so genauen Kieser nicht Recht zu geben, wenn er bey der Mistel, statt Gefässen, die hier fehlen sollen, nur poröse verlängerte Zellen findet (A. a. O. §. 338.), indem ich, wie oben bereits gemeldet, im älteren Holze deutlich sowohl fibröse Röhren, als Gefässe unter einander gemischt, gefunden habe: die letztgenannten freylich sehr klein und nur mit Tüpfeln bezeichnet, welche hie und da in Queerreihen geordnet erscheinen. Eben so wenig fehlt das Zellgewebe im Holze. Medicus zwar will davon hier überhaupt nichts wissen: allein er weiss keinen Grund für dessen Abwesenheit anzugeben, als dass es nicht zu sehen sey und keinen Nutzen im Holze habe (Beytr. 155.).

§. 132.

Fibröse Röhren.

Um von den Elementartheilen des Holzes im Einzelnen zu reden, so machen fibröse Röhren gewissermaassen die Grundlage desselben aus, die desto mehr verlängert sind, jemehr das Holz die Anlage hat härter und fester zu werden (Decand. Org. I. 178.). Erwähnt ist bereits, dass sie

Digitized by Google

von denen des Bastes nicht verschieden sind. Malpighi findet zwar einen Unterschied darin, dass diese durchschnitten einen Saft von sich geben, was bey denen des Holzes nicht der Fall sey, und Duhamel bestätiget dieses durch die Bemerkung, dass die Bastfasern Feuchtigkeit von sich gäben, sobald man sie drücke (Phys. d. arb. I. 33.). Allein dieses kann keine Verschiedenheit von den Holzfasern begründen, da der Bau ganz übereinstimmend ist. Diese sind stets der Länge nach, mit wechselnden Vereinigungspuncten zusammengefügt und bilden auf dem Queerschnitte Reihen von Innen nach Aussen. Dann erscheint jede Faser als ein kleiner Kreis mit einem dunkeln Centralpuncte, welcher ihre Höhle anzeigt und in sehr feinen Abschnitten stellt auch solche sich deutlicher, nemlich als ein kleinerer Kreis innerhalb eines grösseren, dar. In manchen Holzarten jedoch siehet man diesen äusseren Umkreis der Faser vierkantig, vermöge des gegenseitigen Druckes der Fasern zu einer Zeit, wo deren Masse von Aussen noch weich war. Da hiebey die Form der Centralhöhle sich nicht zu verändern pflegt, so hat dieses die Vorstellung veranlasset von einer runden Fiber, die sich in einem viereckigen Canale befände (Wahlenb. de sed. 2. 3.), welche Vorstellung jedoch nur noch historisch anzuführen ist. Nach der Angabe Hill's (Constr. 52.) sind im Holze kleine Lücken zwischen Röhre und Röhre vermöge der Rundung derselben: aber diese sollen verschwinden, so wie das Holz älter wird und endlich sollen in einigen Bäumen die Röhren selber zu existiren aufhören, indem sie sich nach Innen und Aussen verdicken, so dass weder Höhle noch Zwischenraum bleibt und das Ganze eine solide Masse wird. Aber weder jene Zwischenräume, die hier das seyn müssten, was im Zellgewebe die Intercellulargänge, sind vorhanden, noch sehen wir die Sonderung der Höhlen bis ins älteste Holz hinein verschwinden. Auch ihre Höhle erhält sich immer und durch sie, die mit Luft gefüllt, scheinen die Holzarten allein ihre grössere specifische Leichtigkeit gegen das Wasser zu besitzen: denn von jeder, auch der leichtesten Holzart, sinken feine Abschnitte im Wasser unter, nachdem sie völlig von ihm durchdrungen sind. In mehreren Holzarten zeigt das Faser-

Digitized by Google

gewebe auf dem Querschnitte abgesetzte Querstriche, die bey durchgehendem Lichte dunkler, bey reflectirtem heller erscheinen, als der übrige Theil der Holzmasse. Grew hat sie aus dem Wallnussholze (L. c. t. 30.) vorgestellt, doch nicht ganz naturgemäss, wie ich glaube. Auch in der Buche sind sie zu sehen, am schönsten aber in der Ulme und Eiche, jedoch nicht in der Weide und Pappel. Sie nehmen vorzugsweise den äusseren Theil der Jahrringe ein. Bey der Ulme hat mir geschienen, als rührten sie von einer Reihe verlängerter Schläuche her, welche durch eine sehr undurchsichtige Materie verstopft sind. Duhamel führt eine Beobachtung an zu beweisen, dass die Fasern in der Holzmasse eben so gut Bündel formiren, als die im Baste: allein davon siehet man in dem ausgebildeten Holze nichts, wenn man nicht die von den Strahlen und Ringen von Zellgewebe eingeschlossenen Holzportionen dafür nehmen will.

§. 133.

Gefässe des Holzes.

Die Gefässe sind im Holze auf verschiedene Weise vertheilt. Zuweilen machen sie, zuweilen fibröse Röhren, die Mehrheit der Masse aus. Es scheint nicht immer zuzutreffen, was ich sonst geglaubt (V. Bau 154.), dass bey den weicheren Holzarten die Gefässe das Uebergewicht haben: denn Daphne Mezereum, obwohl sehr weich, hat wenig Gefässe, die Eiche, obwohl sehr hart, deren viele: es scheint also die Ursache im Material und in der Cohärenz der Fibern zu liegen. Doch haben bey der Weide und Pappel die Gefässe verhältnissmässig gröseren Antheil an der Holzmasse, als bey der Buche und Rüster. Die Vertheilung der Gefässe ist manchmal gleichförmig, z. B. bey der Weide, Pappel, beym Apfel- und Birnbaume (Grew t. 25. 26.). Beym Mezereum sind deren Parthien, welche im Querschnitte geschlängelte und abgesetzte Linien vom Umfange des Holzkörpers zur Oberfläche des Markes bilden. Bey der Ulme finde ich die Gefässe in strahlenden unregelmässigen Streifen von verschiedener Breite liegend, die mit gefässlosen Parthien abwechseln, womit Grews Abbildungen (t. 28.) und Mirbels (Mem. XVI. t. 1. f. 3.)

Digitized by Google

nicht übereinstimmen. Bey der Eiche bilden sie im inneren Theile jedes Jahrringes einen Kreis, im äusseren aber Streifen, die meistens schief und geschlängelt von Aussen nach Innen gehen, wovon Grew (t. 33.) eine leidliche Vorstellung gegeben hat. Wiederum stehen sie bald einzeln d. h. durch Fasern oder Zellgewebe getrennt, bald liegen ihrer mehrere beysammen und in diesem Falle sind sie dann bloss durch ihre eigenthümlichen Häute getrennt. So siehet man in der Pappel ihrer zwey, drey und mehr, in der Ulme ihrer zehn bis zwölf in eine Reihe gestellt, worin jedes Gefäss von dem nächsten nur durch ein Diaphragma getrennt ist, welches aus ihrer beyder Haut besteht. Malpighi hat davon bereits beym Weinstocke Erwähnung gethan, und eine rohe Abbildung gegeben (Opp. 25. t. V. f. 19. I.). Seitwärts sind die Gefässe von den strahligen Queerschläuchen berührt und Grew macht die Bemerkung, dass die Natur oft eine solche Verbindung zwischen beyden zu suchen scheine und bewerkstellige, wenn sie gleich Schwierigkeiten dabey zu überwinden finde. Ihrem Durchmesser nach sind die Gefässe im Holze bald weiter, bald enger. In der Rüster sind sie von vorzüglicher Weite, so dass ein Geräusch entsteht, wenn man gegen ein dergleichen Brett ein glühend Eisen hält, indem die Luft, welche nebst Feuchtigkeit in den grossen Gefässen enthalten ist, dadurch ausgedehnt wird und mit Heftigkeit entweicht (groaning boards Grew l. c. 138. §. 7.). Nimmt man die Coniferen aus, wo eine ziemliche Gleichheit Statt findet, so sind in einem und dem nemlichen Baumstamme oft einige Gefässe noch einmal so weit, als andere, ohne dass eine Regel darüber sich angeben liesse. Sodann aber finden wir die Gefässe überhaupt, wie Grew (116. §. 21.) schon anmerkt, weiter und häufiger an der inneren Gränze jedes Jahrringes, indem sie gegentheils nach dessen äusserer Gränze enger und auffallend sparsamer werden. So ist es z. B. in der Eiche und Buche, so in den Berberitzen, Ulmen, Eschen (Grew t. 24. 28. 29.), dem Kastanienbaume (Malp. t. VIII. f. 35. 36.) und andern. Ferner findet man sie weiter in den jüngeren, später angelegten Lagen des Holzes, wo ihre grössere Weite mit der grösseren Länge, welche sie dann haben

Digitized by Google

müssen, um vom Grunde zum Gipfel des Baumes zu reichen, im Zusammenhange zu stehen scheint. Endlich auch ist der Durchmesser dieser Gefässe desto kleiner, je näher dem Puncte, wo jede Holzlage nach oben sich endiget, indem jene stets die Weite, wie bey ihrer ersten Entwerfung behalten und niemals sich in die folgende Lage verlängern. In Ansehung ihrer Form geben die Gefässe selten einen völlig runden Durchschnitt, wie beym Papiermaulbeerbaume: zuweilen ist derselbe eckig, meistens aber von der Seite zusammengedrückt, so dass der längere Durchmesser die Richtung der Radien des Holzes hat. Berücksichtigen wir endlich noch ihren verschiedenen Bau, so enthält der Holzkörper nur gestreifte und punctirte Gefässe, ausgenommen die Substanz desselben in der unmittelbaren Nähe des Marks, welche, wie gezeigt werden soll, wahre Spiralgefässe einschliesst. Im Allgemeinen führen die weicheren Holzarten gestreifte Gefässe z. B. die Linde, die härteren punctirte z. B. die Eiche und Buche (Decand. Organogr. I. 178.). Doch zeigen bey genauerer Erwägung sich auch viele Ausnahmen von dieser Regel.

§. 134.

Zellgewebe in und zwischen den Holzlagen.

Das Zellgewebe nimmt im Holzkörper auf mehrfache Weise Platz. Zuerst geschieht dieses zwischen den Jahrringen. Es ist nemlich die Gränze derselben in den meisten Holzarten durch eine dunklere Linie bezeichnet, welche das bewaffnete Auge bald für eine sehr dünne Lage von Zellgewebe erkennt. Decandolle sagt (Org. I. 179.): es habe Dutrochet gezeigt, dass solche aus gerundeten Zellen bestehe, und dass sie für jede der äusseren Holzlagen das sey, was das Mark für die innerste derselben. Jedoch habe ich diesen Beweis nicht in der Abhandlung von Dutrochet (Accroiss. 29. 30.) gefunden. Nur ein einzigesmal gelang es diesem bey Rhus typhinum, nach vergeblichen Versuchen bey andern Holzarten, sich zu versichern, dass die braunen Zellen der, hier ziemlich dicken, Mittelschicht mit denen des Markes identisch waren. Ich habe diese Untersuchung bey der genannten

Digitized by Google

Holzart auch vorgenommen und Zellen gefunden, die mit denen des Markes zwar durch ihre braune Färbung im trockenen Zustande übereinkamen, aber durch eine längliche Form, geringere Grösse, festere Consistenz, besonders aber durch ihr Zusammenhängen in Längsreihen, sich sehr von ihnen unterschieden. Mit einem Worte: sie waren sowohl hier, als in der Eiche, Kiefer und andern Holzarten ganz den eigenthümlichen Zellenreihen ähnlich, welche im Baste um die Faserbündel so häufig vorkommen und welche oben beschrieben worden sind. Damit stimmt Moldenhawer überein. In die Länge gezogene Schlauchreihen, sagt er, von der nemlichen Art, wie man sie in der innern Rindenlage antrifft (Taf. V. F. 14. 16.) umgeben die Schicht grosser Gefässe, welche sich bey der Eiche mit dem Anfange jedes Jahrwuchses zuerst erzeugt und durch sie hauptsächlich wird die auffallende Kreislinie gebildet, wodurch sich die einzelnen Jahreswüchse hier unterscheiden (Beytr. 25.). Solche Zellenreihen aber werden im Marke nicht angetroffen und man würde daher vielleicht mit mehrerem Rechte sagen können, dass jene zellige Schicht ein Ueberbleibsel der bestandenen Verbindung des Holzkörpers mit der Rinde sey. Aber auch im Innern der Holzmasse findet Moldenhawer (A. a. O.) solche perpendiculaire Zellenreihen, welche theils die Gefässe umgeben, theils von einem Gefässe zum andern gehen. Im Papiermaulbeerbaume glaube ich deren ebenfalls wahrzunehmen; sie bilden auf einem Queerschnitte ein seitwärts ausgedehntes Aggregat dunkler Körper von einer Gefässöffnung zur Andern innerhalb des Umkreises von jedem Jahreswuchse. Vielleicht dass auch die dunkleren abgesetzten Streifen, welche sich bey mehreren Holzarten im Queerschnitte zeigen, und wovon oben die Rede gewesen, dahin gehören.

§. 135.

Markstrahlen des Holzes.

Von weit bedeutenderem Antheile an der Zusammensetzung der Holzmasse ist dasjenige Zellgewebe, welches die helleren strahlenförmigen Streifen im Holze bildet. Nach Malpighi sind solches Fortsätze der Rinde gegen das Mark und der

Digitized by Google

nemlichen Ansicht ist Grew, indem er sie Einfügungen (insertions, insertments) des Rindenparenchyms in das Holz nennt. Duhamel hingegen führt sie als Markfortsätze (productions medullaires) auf, welcher Benennung Moldenhawer mit Recht die der Rindenfortsätze, nach Grews Vorgange, vorzieht, indem ein grosser Theil von ihnen nicht bis zum Marke geht. Decandolle hält die Benennung von Markstrahlen (rayons medullaires) um deswillen bezeichnend für sie, weil sie die Lage dieser Streifen angebe, ohne ihren Ursprung zu berücksichtigen (L. c. I. 187.). Allein gerade der hinzugefügte Grund ist es, aus welchem T. A. Knight die Richtigkeit jener Bezeichnung bestreitet: er führt nemlich Beobachtungen an, so er an oculirten Stämmen und an geheilten Stammwunden gemacht, wo sie aufs Entschiedenste aus der Rinde entsprangen, ohne mit dem Marke Verbindung zu haben (M. Beytr. 142. 143.). Indessen kann man solche doch beybehalten, wenn man unter Mark das Parenchym überhaupt versteht, um ihre ausgezeichnete Form zu bezeichnen. Dass nun die meisten dieser Strahlen ununterbrochen von der inneren Gränze der Rinde bis zur äusseren des Markes fortgehen, davon kann man sich sowohl in Queerschnitten, als in centralen Längsschnitten überzeugen. Allein bey einem Theile derselben ist dieses nicht der Fall. Daubenton (Demonstr. d. princ. organes d. bois; im Auszuge in Usteri's n. Ann. d. bot. VII. 93.) unterscheidet prolongemens medullaires und appendices medullaires. Die ersten sind die gewöhnlichen Markstrahlen, unter den letzten aber werden vermuthlich die Halbstrahlen verstanden, von denen Decandolle sagt, dass man sie unter den vollkommenen Strahlen in der Art wahrnehme, dass sie, vom Centrum ausgehend, sich zu verlieren scheinen, ehe sie die Circumferenz erreichen (L. c.). Oefter aber, setzt er hinzu, komme eine andere Art der Unvollständigkeit vor, nemlich solche Strahlen, die nicht vom Marke, sondern von den zelligen Ringen zwischen den Jahresschichten entspringen, so dass die Zahl derselben, je weiter nach den äusseren Jahresschichten, desto grösser sey. Aber wie häufig auch Fortsätze der Rinde sind, welche das Mark nicht erreichen, wie

Digitized by Google

bereits Malpighi bemerkt: so habe ich doch niemals Halbstrahlen der ersten, von Decandolle erwähnten Art, wahrgenommen. Auch Grew hält die, so er aus dem Sumach schildert (L. c. t. 34.) nur scheinbar, indem ihre Fortsetzung durch den Schnitt getrennt sey. Eben so wenig kann ich diesem und Mirbel (Mem. XVI. t. 1. f. 3.) darin beystimmen, dass die Strahlen, wenn nicht zum Marke, doch immer bis zu einer der Kreislinien gehen sollen, welche das Zusammentreffen zweyer Jahreswüchse bezeichnet. Vielmehr habe ich solche, wie es auch Malpighi (25. t. V. f. 19. g.) vom Weinstocke schildert, häufig irgendwo in der Mitte eines Jahrwuchses aufhören sehen und es war mir z. B. bey der Pappel und Buche bey aller Aufmerksamkeit nicht möglich, sie einwärts bis zu einer der genannten Kreise zu verfolgen. Je bedeutender aber die horizontale Verlängerung dieser Fortsätze, desto geringer ist ihre verticale Ausdehnung: sie erscheinen daher in Längsschnitten parallel mit der Oberfläche als kurze Schlauchreihen, die in Spalten des Holzkörpers aufgenommen sind, so dass über und unter ihnen die Holzfasern wieder fest zusammenschliessen (Mirb. Mem. Mus. XVI. t. 1. f. 3. 5. 12. 13.). Was die Breite, was die gedrängte oder seltene Stellung dieser Strahlen betrifft, so zeigen die Holzarten darin mancherley Verschiedenheit. Nach Grew (Anat. 128. §. 10.) sollen, je grösser und zahlreicher die Gefässe, desto breiter oder wenigstens desto zahlreicher die Markstrahlen seyn: allein dieses Gesetz bestätiget sich nicht. In der Buche sind die Markstrahlen sehr häufig und theilweise die breitesten und ausgezeichnetsten welche es giebt, und dennoch die Gefässöffnungen ungemein klein. Bey der Eiche dagegen verhält es sich umgekehrt. Bey Rhus typhinum sind die Gefässe wenigstens im innersten Theile jedes Jahrringes von besonderer Weite und dennoch die Markstrahlen so ungemein fein, dass sie auf dem Queerschnitte nur mit bewaffnetem Auge erkannt werden können. Es scheint daher die Entwicklung der genannten beyderley Organe nicht in geradem gegenseitigen Verhältnisse zu stehen.

Digitized by Google

§. 136.

Ihr Bau und Vorkommen eigenthümlicher Saftbehälter.

Dass die Markstrahlen aus blossem Zellgewebe bestehen, ist augenscheinlich. Mirbel giebt zwar an (Traité I. 185.), dass sie ausser dem Zellgewebe aus Gefässen beständen und hat deren (Das. f. 32. m.) aus dem Hollunder abgebildet, diese Angabe aber späterhin (Elem. I. 110.) dahin abgeändert, dass die Markstrahlen in mehreren Coniferen aus einer Art von horizontalen Canälen gebildet seyn sollen. Auch Amici glaubt in den Markstrahlen beym Hanfe und der Syrischen Seidenpflanze kleine parallelepipedische poröse Röhren zu erkennen, so die Luft von den inneren Theilen des Holzkörpers zur Oberfläche führen sollen (L. c. 244.). Allein kein anderer Beobachter hat deren wahrgenommen. Das Eigenthümliche dieses Zellgewebes nun besteht einerseits darin, dass die Zellen wagerecht und in die Queere gelagert sind, nicht wie die übrigen Elementartheile des Holzes der Länge nach; anderntheils, dass sie durch eine Folge von Veränderungen, so in ihnen vorgehen, späterhin mit der Farbe und Härte des Holzes erscheinen. Wenn daher im Rindenzellgewebe die Umrisse der Zellen ununterbrochene Längslinien darstellen durch stets wechselnde Queerlinien verbunden, so sind hier gerade fortlaufende Queerlinien, durch immer wechselnde kurze Längslinien vereinigt, sichtbar (Mirb. Mem. XVI. t. 1. f. 5. 8. Malp. t. VI. f. 23 – 25.). Und da zugleich der längere Durchmesser der Zellen nach der Queere liegt, so ist Form und Verbindung derselben denen der Steine eines Gemäuers ganz ähnlich, daher die Benennungen von mauerförmigem Zellgewebe, womit Bernhardi, und Actinenchym, womit Hayne die Eigenthümlichkeit der Markstrahlen haben bezeichnen wollen. Von solchem Zellgewebe bildet zuweilen nur eine einfache Schicht die Markstrahlen, zuweilen aber, wie bey der Buche, beym Weinstocke (Malpighi T. 19.) mehrere. Zugleich erscheinen die einzelnen Zellen sowohl in Längs- als Queerschnitten deutlich mehr oder minder zusammengedrückt. Malpighi (L. c. 27. 29.) und Grew (L. c. 114. §. 7.) erklären dieses aus einem Drucke, den die fibrö-

Digitized by Google

sen Röhren und Gefässe auf die noch weichen Zellen ausüben und Grew beruft sich zur Begründung dieser Ansicht auf die krautartigen Stengel, weil man hier dergleichen zusammengedrückte Zellen nicht finde. Allein unstreitig steht diese Form in Beziehung mit der horizontalen Verlängerung und Reihung der strahlenden Zellen überhaupt und da diese auch in der Rinde angetroffen wird, wo kein solcher Druck präsumirt werden kann: so ist zu vermuthen, dass auch jene mehr in ursprünglicher Anlage, als in äusseren Einwirkungen gegründet seyn möge. Nur im jungen Holze erscheint das Zellgewebe der Markstrahlen grün, später nimmt es die Farbe des Holzes an, und endlich wird diese z. B. in der Buche und Eiche, gesättigter, als die des Holzes selber. Damit ist ein Glanz verbunden, welchen die übrige Holzmasse nicht hat und welcher den Markstrahlen auch den Namen der Spiegel (Burgsd. Gesch. vorz. Holzarten I. 130.) oder Spiegelfasern (Medicus Beytr. 150.) verschafft hat. Sie scheinen dann ihre zellige Natur abgelegt zu haben, denn sie sind nun härter als das übrige Holz, und treten z. B. beym Spalten des Buchenholzes beträchtlich über die Spaltfläche hervor. Aber unter dem Microscope zeigen sie fortwährend den blossen Zellenbau: nur dass die Zellen mit Kügelchen erfüllt und ihre Queerverbindungslinien vorzüglich fest sind, so dass sie bey Zerreissung sich als Queerfasern darstellen. Diese Veränderung ist einem gummösen oder harzigen Wesen, welches sich in ihnen entwickelt oder abgelagert hat, beyzumessen. In den Laurus-Arten führen die Markstrahlen ein häufiges ätherisches Oel, so z. B. in Laurus Sassafras (M. Beytr. T. IV. F. 35.). In Bupleurum fruticosum, Aralia spinosa, der Fichtenfamilie, sind sie der Hauptsitz des hier sich entwikkelnden harzigen Wesens. In Pinus Dammara z. B. zeichnen sie sich durch ihre dunkelbraune Farbe und Undurchsichtigkeit auffallend von den weissen Röhren des Holzes aus. Davon jedoch zu unterscheiden sind andere Behälter von eigenem Safte im Holze, die sich senkrecht darin fortsetzen (M. Beytr. T. V. F. 42.). Sie finden sich sowohl zwischen den Holzlagen, als innerhalb derselben eingeschlossen und ihre Wände werden durch die senkrechten Zellenreihen, deren

Digitized by Google

oben gedacht ist, gebildet. Bey der gemeinen und Weymouthskiefer z. B. sind die harzführenden Behälter fast ausschliesslich in dem äusseren, durch gesättigtere Färbung ausgezeichneten, Theile der Jahresschichten enthalten, dessen Röhren bekanntlich durch queergestreifte dickere Wände von denen des inneren hellergefärbten Theiles ausgezeichnet sind. Hier stehen sie im Ganzen betrachtet kreisförmig, im Einzelnen erwogen aber unmittelbar zwischen den Holzröhren, von denen ihre Höhlung bloss durch eine einfache dünne Zellenlage abgesondert ist.

§. 137.

Lagenförmige Bildung des Holzes.

Die Holzmasse bildet in den strauch- und baumartigen Dicotyledonen kreisförmige Lagen, deren Gränze durch eine verschiedene Farbe, Form und Disposition der Elementartheile der zusammengränzenden Schichten bezeichnet ist. Mit Recht sagt Link (Elem. 156.), dass dergleichen auch in tropischen holzbildenden Gewächsen sich finden: im Laurus Cinnamomum, Limonia australis, Eugenia orbiculato, Quassia amara, Haematoxylon campechianum und andern sieht man sie aufs deutlichste. Hingegen bin ich nicht damit einverstanden, wenn Link (A. a. O.) solche den Gattungen Rubus, Rosa, Cactus abspricht: ich finde sie hier ganz in der gewöhnlichen Art. Malpighi bemerkte, dass in mehrjährigen Kastanien- und Eichenzweigen die Zahl dieser Schichten der Zahl der Jahre, welche jene durchlebt hatten, entsprach und er schloss daraus, dass überhaupt in jedem Jahre eine neue Lage dem älteren Holze sich anlege (L. c. 36.). Dagegen glaubte J. Hill (Constr. of timber- 26.), indem er z. B. in einem dritthalbjährigen Zweige fünf Jahrringe sah, annehmen zu können, dass jährlich solcher Ringe zwey gebildet würden, der eine im Frühjahre, der andere nach der Sonnenwende, und Mirbel hält es darum unzuverlässig, das Alter eines Baumes nach der Zahl seiner Holzlagen bestimmen zu wollen (Traité. I. 179.). Allein, wiewohl nicht in Abrede zu stellen ist, dass darin Anomalien vorkommen, können, so durch die Jahreszeiten und das Wachsthum be-

Digitized by Google

dingt sind, so trifft doch im Allgemeinen jenes Verfahren mit dem wirklichen Alter zusammen. An einer Fichte z. B. beobachtete C. G. Schober, dass die Zahl der Holzlagen genau so viel Jahre anzeigte, als der Baum nach einer sichern Rechnung vegetirt hatte (Hamb. Magazin XI. 590.). Was die Ursache dieser Bildung betrifft, so liegt sie unstreitig in der Periodicität der Saftbewegung und Blätterbildung, welche mit Intermission des Wachsthums abwechselt. Entworfen wird, wie es scheint, die Faser- und Gefässsubstanz für den neuen Stengelzuwachs auf Einmal und durch den Fortgang der Vegetation diese Lage nur ausgebildet, die daher vollendet ist, wenn durch einen neuen Safttrieb eine neue angelegt wird, wovon die Folge ist, dass beyde nur theilweise Gemeinschaft haben. Nun folgt zwar dem Safttriebe des Frühjahrs bey den meisten unserer Bäume ein zweyter im Nachsommer: allein zu dieser Zeit ist die Ausbildung der zuerst angelegten Holzmasse gewöhnlich noch nicht beendiget, so dass die später erzeugte mit jener eine ununterbrochene Masse bilden kann. Nur in besondern, noch genauer auszumittelnden Fällen, mag sie durch eine Unterbrechung von ihr getrennt werden, so dass alsdann zwey Jahrringe das Product eines Sommers seyn müssen. Eine ganz andere Vorstellung vom Ursprunge der Jahrringe hat Link (Grundl. 151. 161. Elem. Ph. bot. 157.) gegeben. Es sey, meynt er, bey der oben entwickelten Ansicht unerklärbar, nicht nur wie jede Holzlage in dem Jahre oder den Jahren nach ihrer Entstehung noch wachsen, sondern auch, wie eine in die andere durch eine Continuität der Masse übergehen könne; welches beydes man doch wahrnehme. Allein dass das erste nicht zulässig sey, wird sich aus einer Betrachtung des Wachsthums in die Dicke, wie ich glaube, ergeben und rücksichtlich der Continuität der Substanz lehrt die Beobachtung nichts weiter, als dass die Anordnung der Elementartheile in der zweyten Holzlage genau so, wie in der ersten, und in der dritten eben so, wie in der zweyten u. s. w. fortfahre. Wollte man daraus auf eine Continuität schliessen, so müsste man man z. B. daraus, dass die Markstrahlen aus dem Holze ununterbrochen in die Rinde sich fortsetzen,

Digitized by Google

ebenfalls eine solche folgern, die doch gewiss nicht Statt findet. Es erklärt daher Link die Entstehung der Lagen durch eine Verdichtung (coarctatio), welche die Holzsubstanz, so im ersten Jahre sich gebildet, im zweyten erleide, wo die alsdann gebildete noch nicht diese Veränderung erfahren habe, und so fort. Diese Verdichtung soll vornemlich darin bestehen, dass die Bündel fibröser Röhren, welche im ersten Jahre einen geschlängelten Lauf beobachten und grössere Zwischenräume, mit Zellgewebe erfüllt, zwischen sich lassen, in den folgenden Jahren durch das Wachsthum in die Länge sich gerader strecken. Daher meynt er, komme es, dass man im älteren Holze die Fibern gerader, die Zwischenräume kleiner sehe. Allein solchem, durch das fortschreitende Wachsthum und das Alter veränderten Bau des Holzes redet die Erfahrung nicht das Wort: man vergleiche nur in Längs- und Queerschnitten eines mehrjährigen Zweiges die Organisation der verschiedenen Jahresschichten mit einander und, mit Ausnahme der innersten Schicht, wird man in allen übrigen die nemliche Form und Anordnung der Gefässe und Fasern, die nemliche Breite der Markstrahlen wahrnehmen. Erwägt man dagegen, dass zwischen den Bildungen zweyer Jahresschichten eine Zeit eintritt, wo die bildende Thätigkeit, sowohl innerlich als äusserlich, ruht und dass die Gränze zweyer Jahrwüchse nicht nur durch ein eigenthümliches Verhalten der Fibern und Gefässe bezeichnet ist, sondern auch durch eine Lage von besonders gebildetem Zellgewebe: so kann man wie ich glaube, nicht umhin, die Wahrheit der Ansicht, dass die Holzschichten in den Intermissionen des Bildungsprocesses ihren Grund haben, anzuerkennen. Aber kann es in einem Stamme mehrere Centra für die Anlegung von Holzringen geben? So scheint es nach der Beschreibung und Abbildung eines alten Calycanthus-Stammes, welche Mirbel gegeben hat (Ann. d. Sc. nat. XIV. 367. t. 15.). Die vier abgesonderten Gefässbündel, welche als eben so viele Ecken des Stammes hervortraten, hatten, jeder für sich und unter einer besondern Rinde, durch kreisförmige Lagen um ein Centrum sich vergrössert. Allein der Umstand, dass um jedes der Nebencentra weniger als halb so viele Kreise sich angelegt

Digitized by Google

hatten, als um das Hauptcentrum, lässt glauben, dass jene zu diesem sich, wie Aeste zum Stamme, mögen verhalten haben. Wenigstens habe ich nur ein einziges Centrum der Holzlagen bey Zergliederung dieser Holzart wahrgenommen.

§. 138.

Ungleiche Dicke und Excentricität der Lagen.

Vergleicht man die Stärke der einzelnen Holzlagen mit der von den Lagen der inneren Rinde, so sind sie, überhaupt genommen, beträchtlich stärker, als diese. Vergleicht man hingegen die einzelnen Holzschichten unter einander, so findet man einen merklichen Unterschied ihrer Dicke. Ray sagt (H. pl. I. 10.) die inneren seyen allezeit dünner, als die äussern, theils weil die stärker gewordene Pflanze mehr Nahrung an sich ziehe, folglich mehr Masse bilde, theils weil die inneren von den äusseren zusammengedrückt würden, theils auch weil das Holz mit der Zeit austrockne und sich zusammenziehe. Dagegen findet Duhamel (L. c. II. 29) im Allgemeinen die späteren Lagen dünner, indem der Saft eines dicken Baumes sich über einen grösseren Umfang zu vertheilen habe. Man darf wohl aus diesen widersprechenden Angaben schliessen, dass die Verschiedenheit des Alters an und für sich hier keinen Unterschied bewirke. Aber es fehlt auch nicht an Beobachtungen, welche scheinen gewisse Perioden des Alters anzudeuten, während deren die Dicke der gebildeten Holzlagen gegen die früher oder später erzeugten ab- oder zunimmt. Kalm (Reise nach d. nördl. Amerika I. 292.) fand an gefällten Buchen, dass um das 30. Jahr ihres Alters die Jahrringe breiter, als die vorher und nachher bis zum 86. Jahre gebildeten, waren; Bürgsdorf (Gesch. vorz. Holzarten I. 237.), dass bey der Buche das Wachsthum bis zum 30. Jahre am meisten in die Höhe gerichtet sey, dann aber auf die Dicke sich wende. Die Jahresschichten würden dann immer breiter bis zum 50. Jahre, wo sie an Dicke wieder abnähmen, was (T. 2. F. 6.) durch eine Abbildung versinnlichet ist. Decandolle endlich (Org. I. 181.) zieht aus Beobachtungen, die er an alten Eichen im Walde von Fontainebleau angestellt,

Digitized by Google

den Schluss, dass die Holzlagen mit den Jahren dicker werden, bis zum Alter von 30—40 Jahren, dann aber dünner bis zu 50—60 Jahren, von welcher Zeit an sie gleiche Dicke, und dies wahrscheinlich bis zum Tode des Baumes haben. Bey dieser wenigen Uebereinstimmung in den Beobachtungen scheint es, dass weder das Alter überhaupt, noch gewisse Perioden in demselben insbesondere einen bedeutenden Einfluss auf die Dicke der Holzlagen ausüben. Gewisser dagegen und entschiedener ist derjenige, den die Güte des Bodens, so wie die Beschaffenheit der Witterung während der Vegetationszeit, haben, insofern durch sie eine reichlichere und kräftigere Bildung von Zweigen und Blättern bewirkt wird, wovon wiederum die Zuführung einer grösseren Menge von bildungsfähiger Materie die Folge ist. In einem guten Boden daher, in einem Sommer, wo das junge Laub, von Nachtfrösten, Insecten und Sonnenbrand unzerstört, bey gehörigem Wechsel von Regen und warmem Sonnenscheine, sich ungestört entfalten kann, werden solche zwey- drey- und mehrmal dicker seyn, als andere, deren Bildung nicht unter so günstigen Umständen vor sich gegangen ist. Es konnten daher Buffon und Daubenton die Wirkungen des starken Frostes von 1709 noch nach 27 Jahren an den Holzlagen erkennen, indem die, so in jenem Jahre und etlichen darauf folgenden erzeugt worden, sich durch ihre Dünnheit, unordentliche Bildung und Unvollkommenheit auszeichneten (Hist. de l'Acad. d. Sc. d. Paris 1737.).

§. 139.

Ursache derselben.

Aber auch in den verschiedenen Puncten ihres Umfanges ist eine und die nemliche Holzlage zuweilen von sehr verschiedener Dicke. Ray behauptet (A. a. O.) man finde dieses nicht bey Bäumen der Tropenländer, indem die Holzringe hier auf allen Seiten den nemlichen Abstand von einander hätten. Aber an einem acht Zoll dicken Abschnitte des Stammes von Limonia australis C. finde ich die einzelnen Lagen des sehr festen Holzes in den einzelnen Theilen des Umfanges von so verschiedener Dicke, dass die Linien, welche ihre Gränzen bezeichnen, wellenförmig verlaufen. Jedoch gewöhnlich, wenn

Digitized by Google

eine solche Verschiedenheit Statt findet, betrifft sie sämtliche Holzlagen nur in einem Theile der Circumferenz und begreiflich fällt dann das gemeinsame Centrum derselben nicht mit dem natürlichen Centrum der Baumes zusammen: es entsteht die Excentricität der Holzlagen, welche Malpighi am Maulbeerbaume zuerst (Anat. pl. I. 145.) beobachtet zu haben scheint. Nach Ray hat dieses in den vom Aequator entfernten Ländern Bezug auf die Himmelsgegend, indem z. B. bey den Bäumen unserer nördlichen Gegenden sämtliche Holzschichten gegen Mittag breiter, gegen Mitternacht schmäler seyen, worauf die Landwirthe bey Versetzung eines Baumes von einer Stelle zur andern Rücksicht nähmen. Allein Buffon und Duhamel (A. a. O.) fanden dieses Phänomen von den Himmelsgegenden ganz unabhängig. An einem und dem nemlichen Baume war zuweilen die grössere Dicke in den einzelnen Holzlagen, unten gegen Mittag, oben gegen Mitternacht, oder gegen eine der andern Himmelsgegenden gekehrt. Jene Naturforscher fanden vielmehr, dass diese Erscheinung lediglich von der grössern Entwicklung der Wurzeln oder Aeste auf der einen Seite des Baumes, als auf der andern, die eine Folge seines Standes und seiner Exposition war, herrührte, so dass an der Seite, wo eine stärkere Wurzel oder ein grösserer Zweig sich befand, immer die Holzlagen dicker waren. Ausser diesem aber habe ich gefunden, dass auch die Richtung des Stammes und seiner Theile einen bedeutenden Einfluss darauf hat, indem an Zweigen, wenn sie mehr oder weniger wagerecht vom Hauptstamme abgehen, der dickere Theil der Holzlagen sich stets an der abwärts gekehrten Seite befindet. Diese verschiedene Dicke der Holzlagen scheint auch die Ursache von einem Phänomen zu seyn, welches man vorzugsweise an Stämmen von Rosskastanien antrifft, die in einer Allée einer verschiedenen Einwirkung des Lichts ausgesetzt sind, nemlich von der Drehung derselben, welche, so viel ich bemerkt habe, immer von der Rechten zur Linken geht. Es scheint nemlich sehr naturgemäss, anzunehmen, dass an der Seite, wo die Holzlagen am dicksten sind, auch Wachsthum und Ausdehnung in die Länge mehr als an der entgegengesetzten Seite Statt gefunden haben müsse.

Digitized by Google

§. 140.

Ihre innere Ungleichartigkeit.

Betrachtet man jede einzelne Holzlage für sich, so zeigen die Elementartheile nach ihrem Stande darin einige Verschiedenheit. Diese betrifft nicht bloss die Gefässe, wie bereits angemerkt worden, sondern auch die fibrösen Röhren, indem solche in dem äusseren später angelegten Theile der Jahresschicht immer feiner und härter sind (Mold. Beytr. 24.). Vorzüglich auffallend ist diese Verschiedenheit im Holze der Coniferen, besonders der Fichten. Der innere weichere Theil der Lage ist hier weiss, der äussere härtere anfangs graugrün, später braun; in jenem sind die Röhren queergestreift, von dicken Wänden und enger Höhle, in diesem sind sie der Länge nach getüpfelt, von dünneren Wänden und weiterer Centralhöhle (V. inw. Bau. T. 2. F. 41.). Ueberhaupt aber betrachtet Duhamel jede Holzschicht nicht als etwas Einfaches, sondern als eine Zusammensetzung von sehr vielen kleineren Schichten. Bey der Eiche, sagt er (L. c. I. 31.), überzeuge man sich, wenn man in schräger Richtung geführte Schnitte des Holzes mit dem Microscope betrachte, dass jede Lage desselben wiederum aus zahlreichen kleineren Lagen bestehe. Es gelang ihm auch, solche vereinzelt darzustellen, indem er verfaultes Eichenholz im Wasser maceriren liess. Was Duhamel hier im Auge hat, ist unstreitig die Erscheinung, wovon oben die Rede gewesen, die nicht nur am Eichenholze, sondern auch an dem vom Nussbaume, Feigenbaume u. s. w. sich zeigt, nemlich die gebogenen und abgesetzten Queerstreifen, so auf dem Durchschnitte dieser Hölzer sichtbar sind. Ueber die Natur derselben fehlt es zwar noch an hinreichenden Beobachtungen, und Grew (115. §. 15.) äussert gleichfalls nur Vermuthungen darüber: doch bilden jene Streifen keinesweges zusammenhängende Kreise, wie die Linien, welche die einzelnen Jahrringe trennen; auch finden sie sich verhältnissmässig nur in wenigen Holzarten. Duhamel hat, um die successive lagenförmige Ansezung der Substanz, woraus jede einzelne Holzschicht besteht, einleuchtend zu machen, sich noch eines andern Mittels bedient: er schob nemlich alle vierzehn Tage während der ganzen

Digitized by Google

Bildungszeit einer Holzlage, nach Aufhebung einer Portion der Rinde, Zinnplatten zwischen ihr und dem Holze ein (A. a. O. II. 19.) und fand nun bey einer spätern Untersuchung der gebildeten Holzlage solche von einer desto grösseren Schicht von Holzmasse bedeckt, je früher sie eingeschoben worden. Allein Decandolle hat (Org. I. 179.) mit Recht die Richtigkeit der aus diesem Versuche, der noch Keinem wieder geglückt ist, gezogenen Schlussfolge in Zweifel gezogen, und gewiss Duhamel konnte sich durch nichts vergewissert haben, dass nicht bereits beym Einbringen dieser Zinnplatten solche in sehr verschiedene Theile der neuen Holzlage gebracht worden waren. Nichts desto weniger ist, wenn man die successive Ausbildung einer Holzlage verfolgt, einleuchtend, dass selbige nicht auf einmal in der ganzen Lage fortschreite, sondern theilweise von Innen nach Aussen, so dass im inneren Theile derselben die Fasern und Gefässe, abgerechnet ihre Weichheit, schon völlig ausgebildet seyn können, wenn im äusseren noch nichts davon zu sehen ist.

§. 144.

Splint und reifes Holz.

Wo der Stamm viele Holzlagen hat, unterscheiden sich gemeiniglich die äusseren von den inneren durch eine weissere Farbe, daher Malpighi von ihnen sagt (L. c. 38.): „a colore subalbo alburnum adpellantur.“ Die innern tiefer gefärbten bilden dann das reife Holz, coeur du bois von Duhamel, duramen von Dutrochet. Bey manchen Bäumen indessen ist dieser Unterschied der Farbe nicht wahrnehmbar: so z. B. nicht bey der Pappel, Linde, Erle, Birke, hingegen ausgezeichnet bey der Eiche, Rüster, Fichte, Tanne. Im Rhus typhinum ist der Splint von einer weisslichgelben, das alte Holz von einer dunkeln, gelbbraunen Färbung: am Judasbaum (Cerc. Siliquastrum L.) jener weiss, dieses gelb: aber am auffallendsten ist die Verschiedenheit im Ebenbaume, indem der Splint hier so weiss, wie bey der Linde, das Holz aber von einer dunkeln, graubraunen Farbe ist (Duham. Phys. I. 45.). Nicht minder gross ist der Unterschied beyder Substanzen was die Härte und Dichtigkeit betrifft: nach

Digitized by Google

den Versuchen von Buffon und Daubenton verhalten sie sich darin wie 6 zu 7 (Decand. Org. I. 177.). Damit hängt zusammen die weit bedeutendere Menge von Feuchtigkeit, wovon der Splint durchdrungen ist, wie man schon durch das Anfühlen wahrnimmt, und die seiner sonst weissen Farbe häufig eine grünliche Tinctur giebt. Sie ist Ursache, dass der Splint seiner geringen Härte ungeachtet, gewöhnlich zäher ist, als das Holz; sie macht, dass derselbe beym Austrocknen an der Luft sich viel mehr zusammenzieht, als jenes; sie endlich ist Ursache, dass der Splint, wo er nicht austrocknen, vielmehr noch weiter Feuchtigkeiten an sich ziehen kann, fault und, unter Bildung von Schwammstoff, zerfällt. Aus dieser doppelten Ursache ist er weder zur Bereitung von Werkzeugen, noch zum Häuserbau tauglich und wird desshalb von gewissenhaften Werkleuten dabey sorgfältig beseitiget: auch zum Brennen ist er, selbst nachdem er ausgetrocknet, aus Gründen die sich im Folgenden ergeben werden, weniger als das reife Holz geeignet. Ausser diesen physischen hat man auch organische Unterschiede zwischen Splint und Rinde finden wollen. Sprengel glaubte im Splinte zahlreiche Spiralgefässe wahrzunehmen, dergleichen man im Holze nicht mehr finde (Anl. 1. Aufl. I. 104. 196.). Mir erschienen die Fasern des Splintes im Queerschnitte mit grösserer Höhle und dünneren Wänden, als die des Holzes (V. Bau 146.). Nach Decandolle (Org. I. 178.) ist das Innere der Längszellen und vielleicht auch der Gefässe im Holze gewöhnlich incrustirt, hingegen leer oder mit wenig erstarrten Säften erfüllt im Splinte, dessen Gewebe daher häutiger und durchsichtiger sey. Allein von einer Veränderung im röhrigen Theile des Holzes zeigt das Microscop in der That nichts, nur der zellige, und besonders die Markstrahlen, zeigen eine solche; sie sind vorzugsweise dunkler gefärbt, sie haben eine gewisse Härte angenommen, welche oft grösser ist, als die der röhrigen Elemente und in ihren Zellen wird man von einer Höhle, so wie von dem körnigen Wesen, wenig oder nichts mehr gewahr. Betreffend das Verhältniss von Splint und reifem Holze der Stärke nach, so ist dieses nach den Holzarten, so wie dem Alter des Baums und nach den Ursachen, welche seine

Digitized by Google

Vegetation zurückhalten oder verstärken, sehr verschieden. Einige sehr weiche Holzarten z. B. Weiden, Pappeln, Hollunder scheinen, auch wenn sie sich beträchtlich verdicken, kaum reifes Holz zu bilden, wenigstens behält solches immer eine unvollkommene Beschaffenheit. Andere, obschon weich, setzen doch leicht reifes Holz an z. B. Fichten und wiederum andere verbinden Härte und Reifung mit einander. In Phyllirea-Stämmen, ungefähr 200 Jahre alt, bemerkte Decandolle (A. a. O. 176.) an 50 Splintlagen. Besonders aber machen die ebengenannten Ursachen eine bedeutende Verschiedenheit in der Zeit, deren der Splint bedarf, um sich in Holz zu verwandeln. Jüngere Bäume bedürfen dazu im Allgemeinen mehr Zeit, als ältere. Bey 6 Zoll Dicke ist der Splint einer Eiche dem Holze gleich, bey einem Fusse verhält jener sich zu diesem wie 2 zu 7, bey zwey Fuss Dicke wie 1 zu 9 u. s. w. (Decand. a. a. O.). Aber auch von Bäumen von der nemlichen Art und vom nemlichen Alter enthält der eine zuweilen 18—20 Splintlagen, während man in einem andern nur 7—8 zählt und je mehr dann solcher Lagen, desto dünner pflegen sie zu seyn. Die Ursache von beydem liegt im Terrain, dem Standorte gegen Feuchtigkeit und Sonne, der Witterung, kurz in allen Ursachen, welche die Vegetation begünstigen oder schwächen. Je günstiger daher diese, desto dicker die Splintlagen, desto leichter ihre Verwandlung in Holz, folglich desto weniger derselben: im entgegengesetzten Falle werden mehr und dünnere Splintlagen da seyn müssen (Duhamel I. 46—48.). Die Beschaffenheit des Bodens und die Temperatur am Cap der guten Hoffnung macht, dass die Eichen daselbst bey einer Stammdicke von zwey Schuhen, ein Kernholz von kaum zwey Zoll erlangen, indem alles Uebrige Splint ist (Lichtenstein Reise im südl. Afr. I. 276.). Begünstigen locale Ursachen die Vegetation an der einen Seite des Baums mehr als an der andern, und bewirken daselbst eine stärkere Wurzel- und Zweigbildung, so werden die Splintlagen an der begünstigten Seite eher in Holz übergehen, als an der andern, und sowohl von grösserer Dicke, als von geringerer Anzahl seyn (Duham. ebendas.). In diesem Falle findet man die Gränze des reifen Holzes

Digitized by Google

und des Splintes in der Mitte einer Holzlage, so, dass diese halb Splint, halb reifes Holz ist (T. A. Knight in m. Beytr. 125.).

§. 142.

Markscheide.

Besonders ausgezeichnet ist derjenige Theil des Holzkörpers, welcher das Mark zunächst einschliesst, durch seine Farbe, welche anfänglich ins Grüne, später ins Braune fällt, so wie durch seinen eigenthümlichen Bau und er verdient deshalb eine besondere Erwägung. Hill nennt ihn die Krone (corona), vermuthlich wegen vieler Spitzen, die er oft im Umfange hat, Medicus die Markröhre (Beytr. 569.), Mirbel etui medullaire (Elem. 110.), ich habe ihn die innerste Holzlage genannt (V. Bau 155.). Am meisten bezeichnend jedoch dürfte die Benennung von Markscheide seyn, weil die Marksäule darin, wie in einer röhrigen Scheide, ganz eingeschlossen ist. Mit Recht sagt Hill (Constr. ch. VIII. 55.), es sey merkwürdig, dass von allen, welche über den Pflanzenbau geschrieben, keiner den Kreis von eigenthümlicher Bildung, welcher Holz und Mark trennt, beachtet und benannt habe, da dieser doch von allen Theilen, welche den Stamm bilden, der bedeutendste sey, sofern von ihm alle Vermehrung durch Zweige ausgehe. Er beschreibt ihn (L. c. 57.) als einen ungleichen Kreis von Zellen- und Gefässsubstanz in der Art, dass Bündel von Gefässen verschiedener Art, in gewissen Entfernungen gestellt, den Ecken Entstehung geben. Genauer zeigen Hill's, der Natur treu nachgeahmte Abbildungen, z. B. von Rosa canina (t. 18.) und Cornus mascula (t. 24.), die Krone dergestalt gebildet, dass von jedem der Holzkeile die, solche auf beyden Seiten einschliessenden, Markstrahlen zusammenstossen und, sich vermischend, einen stumpfen Kegel beschreiben. Diese Markstrahlen betrachtet er (L. c. 131.) als die erstgebildete Substanz des Holzringes, sofern sie nemlich kegelförmige oder elliptische Räume einschliessen, die sich dann mit Holz füllen. Dagegen habe ich versucht, die Bildung der Markscheide zu erklären (V. Bau 155.) aus der ersten Anlage der Holzsub-

Digitized by Google

stanz im noch krautartigen Stengel. Sie bildet dann nemlich getrennte, aber in einen Kreis gestellte Bündel, umgeben auf allen Seiten von safterfülltem Zellgewebe. Indem diese in einen vollständigen Ring zusammengetreten, fährt die Zellensubstanz, so zwischen Bündel und Bündel in blosse Strahlenblätter verwandelt worden, an der Innenseite des Ringes fort, die Bündel bogenförmig zu umgeben. Es besteht demzufolge die Markscheide aus dem Zellgewebe der Markstrahlen, welches mit dem Umkreise des Markes zusammenfliesst und aus dem innersten Theile der Holzportionen. Aber das Zellgewebe verändert sich bey diesem Austreten aus dem Holze: denn während es in der Strahlenform in horizontalen Reihen zusammenhing, bildet es im Umkreise des Markes senkrechte Reihen von Zellen, die von den Markzellen nur durch Kleinheit und hartnäckiges Festhalten der grünen Färbung sich auszeichnen, häufig auch dadurch, dass sie sehr in die Länge gezogen sind. In den meisten Holzarten ist diese eigenthümliche Zellenlage sehr schmal, aber in einigen von ungemeiner Entwicklung, z. B. im gemeinen Epheu. Sie bildet hier eine gleich breite ununterbrochene Schicht, welche im Queerschnitte aus Holzfasern gebildet scheint, aber im Längsschnitte ihre Zusammensetzung aus Längsreihen verlängerter, mit einem körnigen Wesen erfüllter Zellen verräth, welche einerseits in die Markstrahlen, andrerseits in das Mark ziemlich plötzlich übergehen. Das Nemliche zeigt sich, unter etwas veränderter Form der Zellen, welche diese Reihen bilden, bey Daphne Mezereum und dem Berberisstrauch. Auch die Fasersubstanz verändert sich, indem sie zur Bildung der Markscheide beyträgt: die Fasern verkürzen sich, sind weicher und ihre Farbe schimmert hier stark ins Grüne, was besonders auffallend beym Papiermaulbeerbaume ist. Am meisten von Eigenthümlichkeit aber zeigen die Gefässe; sie sind, wenn auch nicht ausschliesslich, doch der Mehrzahl nach, Spiralgefässe, die noch lange das Vermögen, sich abwickeln zu lassen, behalten. Auch in Nadelhölzern siehet man dergleichen hier, obwohl ihre Anwesenheit in dieser Familie noch neuerlich in Abrede gestellt worden war (Ad. Brongniart Ann. d. Sc. nat. XVI. 395.). Dieser ihrer Lage wegen ver-

Digitized by Google

steht T. A. Knight die Spiralgefässe unter den von ihm sogenannten Centralgefässen (M. Beytr. 100—102.). Es ist solche aber eine nothwendige Folge der Bildung, indem sie es sind, welche allen folgenden Productionen zur Basis und zum Ansatzpuncte dienen.

§. 143.

Form der Markhöhle.

Die erwähnte Art, wie die einzelnen Portionen, aus welchen der Holzring entsteht, am Marke ausgehen, macht begreiflich, wie die Markhöhle im Durchschnitte einen Kreis darstelle mit mehr oder minder vorspringenden Ecken. Malpighi nahm beym Kastanienbaume vier bis fünf Zipfel des Markumfanges von verschiedener Länge wahr und er glaubte, dass der Stand dieser Zipfel einen Bezug auf die Himmelsgegenden habe (L. c. 35. 36. t. VIII. f. 32—36.). Nach J. Hills Beobachtung (L. c. 148.) ist der Markumkreis in der Regel von der nemlichen Form, als der Umkreis des Stammes oder Zweiges, also rund in einer Annona, elliptisch und eckig im Oleander: nur im Mandelbaume (t. 33.) war der Zweig rund und doch das Mark im Umfange fünfeckig. F. C. Medicus hat einige Beobachtungen über die verschiedenen Formen der Markhöhle angestellt (Beytr. 392.), aber ohne Beziehung auf andere Erscheinungen am Stamme. Palisot-Beauvois (De la moëlle: Mem. de l'Inst. d. Fr. XII. 136. 150.) findet in der Form der Markscheide bey holzbildenden Dicotyledonen eine Beziehung auf die Vertheilung der Aeste und Blätter am Stamme. Sie war dreyeckig in Oleander und Verbena triphylla, deren Blätter zu dreyen stehen und deren Aeste dreytheilig sind; viereckig in der Linde, von welcher vier Blätter eine vollkommene Spiralwindung beschreiben; fünfeckig mit stark ausgedrückten, fast gleichen Winkeln in der Eiche, dem Kastanienbaume, bey denen eine Spirale aus fünf Blättern gebildet wird endlich mit minder ausgeprägten, minder regelmässigen Ecken in solchen Bäumen, wo die Spirale der Blätter aus zwey oder drey oder mehreren besteht. Sie war vieleckig in den zur Pinusgattung gehörigen Bäumen, deren Blätter und Aeste zerstreut oder wirbelförmig stehen;

Digitized by Google

rund oder oval in solchen, deren Blätter einander gegenüber gestellt sind. Die Richtigkeit dieses Gesetzes ergab sich in Fällen, wo z. B. bey Nerium oder Verbena weniger oder mehr als drey Blätter oder Aeste aus Einem Puncte kamen: denn im ersten Falle ging der Markscheide eine Ecke ab, sie ward oval, im zweyten kam ihr noch eine hinzu: sie ward viereckig. Indessen halten Mirbel (Elem. I. 111.) und Decandolle (Org. I. 166.) mit Recht diese Beobachtungen noch nicht auf eine genugsame Anzahl von Fällen ausgedehnt, um das obige Gesetz hinlänglich zu begründen. Was ich darüber beobachtet, ist Folgendes. Vollkommen rund oder wenigstens kaum merklich eckig ist die Markhöhle bey der Linde, Weide, Stechpalme, dem Epheu und Sumach, wo der Stengel fast rund, bey der Gartensalbey, wo er viereckig und bey Jasminum fruticans, wo er fünfeckig ist. Kaum merklicher sind ihre Ecken in der Rothtanne und Weymouthsfichte und gemeiniglich finden sich zwölf derselben. Im Himbeer- und Gartenrosen-Strauche, im Wallnussbaume, der Pappel und Eiche, in der Daphne Laureola und dem Rhododendron ponticum ist sie fünfeckig, wobey zwey Ecken sehr stumpf zu seyn, die andern mehr hervorzutreten pflegen. Im Acer striatum ist sie sechseckig, in der Syringa vulgaris am nemlichen Zweige viereckig und sechseckig. In den Erlen und Birken hat sie drey Zipfel und die Markstrahlen, welche sonst ziemlich gleichförmig divergiren, fahren hier von einem jeden der Zipfel stärker auseinander. Beym Heidelbeerstrauche, dessen zweyzeilige Blätter regelmässig alterniren, hat der zusammengedrückte Stengel eine elliptische Markhöhle, eben so bey Cercis Siliquastrum; ähnlich ist diese bey der Myrte und Esche gebildet, nur dass die Seiten des Oblongs in der Mitte stark nach Aussen geschweift sind. Es erhellet hieraus, wie ich glaube, dass weder die Form des Stengels, noch die Stellung der Blätter auf die Form der Markhöhle einen Bezug habe.

§. 144.

Mark.

Das Mark (Medulla Malp. Moëlle centrale Decand.) nimmt

Digitized by Google

bey den Dicotyledonen den Mittelpunct der Holzsubstanz, obgleich, wegen Excentricität der Schichten, nicht immer den Mittelpunct des Stengels ein. Sein Umfang steht in genauer Verbindung mit der Lebhaftigkeit des Wachsthums und ist daher nicht nur in verschiedenen Stengeln, sondern auch in den verschiedenen Theilen eines und des nemlichen Stengels, verschieden. Ein aus Saamen aufgegangenes Hollunderbäumchen zeigte im Herbste das Mark in der Mitte vom grössten, gegen beyde Enden aber von so geringem Umfange, dass es fast nur ein Punct war (Dupetit-Thouars Hist. d'un morc. d. bois 136. fig. d.). Die nemliche Verschiedenheit des Markumfanges bemerkt man in jedem späteren Jahresschössling. Wo derselbe aus dem Hauptzweige entspringt, ist sein Mark am kleinsten, es wird am grössten gegen die Mitte der Länge und nimmt gegen das Ende in gleicher Art wieder ab, indem seine Höhle eckiger wird (Das. 144. 153.). Beym Hollunder und Viburnum Opulus fand ich das Verhältniss des Markumfanges der Mitte und der Enden eines Jahrestriebes gewöhnlich wie 2 zu 1 beschaffen. Das Mark besteht aus Zellgewebe gleich dem der Rinde, mit welchem es bis zu einer gewissen Zeit durch die Markstrahlen communicirt: aber die Bläschen sind im Marke am grössten, in der Rinde kleiner, in den Markstrahlen am kleinsten (Grew a. a. O. 119. §. 5.). Die Grösse der Markzellen ist jedoch ebenfalls verschieden. Sie steht keinesweges in Beziehung mit dem Umfange des Marks: denn z. B. das vom Sumach ist von grösserem Durchmesser, als das vom Berberitzenstrauch und dennoch sind seine Zellen nur den dritten Theil so gross, als bey diesem (Das. §. 7.). Auch steht sie keinesweges etwa im umgekehrten Verhältnisse mit der Härte der Holzarten, wie behauptet worden (Burgsdorfn. Gesch. vorz. Holzarten I. 140.): denn z. B. im Spartium junceum, dessen Holz sehr hart wird, sind die Markzellen die grössten, welche ich kenne. Ueberhaupt aber sind sie im Mittelpuncte des Markes am grössten, und verkleinern sich gegen den Umfang in genauen Abstufungen (Grew t. 23.). Sie hängen, wie man z. B. beym Sumach schon mit blossem Auge wahrnimmt, in perpendiculairen Reihen zusammen (Grew. 22. §. 20.), auch dann, wenn ihr

Digitized by Google

Queerdurchmesser grösser, als der der Länge seyn sollte. In der ersten Zeit der Bildung sind die Markzellen denen der Rinde, auch der Farbe nach, gleich, sie enthalten Saft und grüne Saftkörner, aber nach einem Zeitpuncte, der in Kräutern und Sträuchern sehr früh, in Bäumen später eintritt, verlieren sie Farbe und Saftgehalt, zuerst im Mittelpuncte des Markes, späterhin auch in dessen Umfange, und erfüllen sich, ohne ihre Form zu verändern, mit blosser Luft, wodurch das Mark dann aus dem Zustande des Parenchyms in den eines lockeren schwammigen Wesens übergeht. Hiebey verändert es seine Farbe gemeiniglich in Weiss, oft in ein blendendes Weiss: allein nicht selten nimmt es eine gelbe, röthliche, braune, aschgraue Färbung an und dieses scheint vorzüglich dann zu geschehen, wenn die Säfte eine Beymischung von harzigem oder gummigem Wesen haben, z. B. bey den Gattungen Pinus, Inglans, Rhus, Fagus und andern.

§. 145.

Enthält keine, als nur eigenthümliche Gefässe.

Aber besteht das Mark aus blossem Zellgewebe? Decandolle sagt (Org. I. 164.), nicht selten finde man isolirte Fibern im Umkreise desselben in einen Kreis gestellt und er nennt dieses die Markfasern (fibres medullaires). In seltenen Fällen, statt kreisförmig zu stehen, seyen sie im Marke zerstreut: so z. B. im Stengel von Ferula communis (t. 3. f. 3.). Mit der ersten der hier angeführten Erscheinungen ist, glaube ich, das gemeynt, was man am Marke von Daphne Mezereum wahrnimmt, nemlich ein unterbrochener und nicht ganz regelmässiger Kreis von dickwandigen Fibern, die bald einzeln bald zu zweyen und dreyen beysammen stehen. Allein dieser Faserring gehört offenbar nicht dem Marke, sondern der Markscheide an, deren innersten Rand er bildet. Bey Ferula communis ist das Zellgewebe, worin Bündel von Fasern, verlängerten Zellen und Gefässen zerstreut, wie bey Monocotyledonen, stehen, kaum ein Mark zu nennen, indem der gleich unter einer dünnen Rinde liegende Holzring unterbrochen und keinesweges von Markstrahlen durchschnitten ist. E. Meyer (de Houttuynia 39. 40.) fand bey gewissen

Digitized by Google

Pfefferarten innerhalb eines, von einem geschlossenen Holzringe umgebenen, Markes mehrere vom Holze beträchtlich entfernte Gefässbündel (Fig. 6. 7. 8.). Nicht weit über der Wurzel wurden vier bis fünf derselben, in der Mitte des Stengels meistens acht gezählt, höher hinauf verminderte sich ihre Zahl wieder. Doch war dieser Bau den Piperaceen nicht eigenthümlich: denn auch in Mirabilis, wo Mirbel (Elem. I. 112.) dergleichen schon angetroffen, in Boerhaavia und Oxybaphus nahm Meyer ihn wahr und vermuthlich komme er den Nyctagineen überhaupt zu. Jedoch scheint dieser Gegenstand noch weiterer Untersuchung zu bedürfen, besonders was den geschlossenen Holzring der Pfefferarten betrifft. Desto entschiedener ist das Vorkommen der eigenthümlichen Saftbehälter, so bekanntlich dem Zellgewebe angehören, im Marke, und J. D. Moldenhawer (de vas. pl. §. 14.) bezeichnet sie deshalb überhaupt als Markgefässe (vasa medullaria), indem er der Benennung von Mark eine grössere Ausdehnung, als gewöhnlich ist, giebt. Man siehet sie hier gemeiniglich gegen den Rand stehen, doch sind sie zuweilen im ganzen Marke vertheilt. Am besten erkennt man sie, wenn dasselbe trocken geworden, an der Höhle, welche sie zurücklassen, oder an der eigenthümlichen Bildung der Zellen im Vergleich mit ihren Umgebungen oder an ihrer gesättigten Färbung. Aus dem Feigenbaume, der Kiefer, dem Wermuthstengel stellet Grew sie dar (L. c. t. 31. 32. 35.). Duhamel versteht sie unter den braunen Längsfibern im trockengewordenen Marke (L. c. I. 38.) und Moldenhawer beschreibt sie (A. a. O. §. 36. 37. 41.) aus dem Sauerampfer, Eupatorium cannabinum und Hollunder als ästige Zellenreihen. Im Marke der Gartenrose, des Himbeerstrauches stellen sie sich dar als perpendiculaire Stränge von kleinen, dunklergefärbten Zellen zwischen grösseren farbelosen (Vom Bau 164. T. 2. F. 42.); in dem von jungen Linden- und Weinschösslingen als senkrechte, durch Farbe und Bau nicht ausgezeichnete Gänge, woraus langsam ein klares Gummi quillt (Beytr. 42. T. 3. F. 26.); im trockengewordenen Marke des Sumach als tiefbraune Längsstreifen; in dem von Acer striatum als Reihen von kleinen gelbröthlichen Schläuchen zwi-

Digitized by Google

schen grösseren, wasserhellen u. s. w. Auch Lufthöhlen enthält das Mark sehr häufig und es ist überhaupt nachdem es trocken geworden als ein grosses Luftbehältniss zu betrachten. In Daphne Laureola, im Helleborus foetidus sind diese Lufthöhlen so häufig, dass dadurch im Marke das gebildet wird, was Einige zusammengesetztes Zellgewebe nennen. Im Nussbaume wechseln linsenförmige Höhlen und dünne Queerwände aufs Regelmässigste ab (Hill Constr. t. X. f. 1—4.). Ein ähnlicher Bau findet sich nach Mirbel (Elem. I. 112.) in Nyssa aquatica und Phytolacca, nach Decandolle (L. c. I. 167.) in Jasminum officinale. In manchen Sträuchern nimmt die Stelle des Markes eine fortlaufende Centralhöhle ein, die in Pflanzen mit gegenüberstehenden Blättern da, wo solche ansitzen, unterbrochen zu seyn pflegt, immer aber es da ist, wo der Jahresschuss zu Ende ist und ein neuer angeht. So entstehen die Scheidewände der Markhöhle, mit deren Entdeckung sich Medicus sehr gerühmt, deren Bau er jedoch nicht erkannt hat. Sie bestehen nemlich, wie es auch Dupetit-Thouars (Hist. d'un morc. d. bois 179.) gegen Feburier dargethan hat, aus gedrängten Zellen von dunklerer Farbe, voll erstarrter Säfte und körniger Materie, ohne alle Beymischung von Fasersubstanz (V. Bau 168. T. 2. F. 43. 44.) und ihre weiter unten zu zeigende Entstehungsart, macht diesen Bau vollkommen begreiflich.

§. 146.

Krautartige Dicotyledonen.

Eine besondere Erwägung verdient der Stengel krautartiger Dicotyledonen. Der Bau desselben zeichnet sich von dem der holzbildenden aus durch die bedeutendere Masse von Mark, die Isolirung der Gefässsubstanz in einzelne Bündel und durch die Abwesenheit der Markstrahlen bis zu einer gewissen Zeit. Wie die Sträucher im Allgemeinen mehr Mark als die Bäume, so enthalten die Kräuter dessen gewöhnlich am meisten (Grew 119. §. 2.) Beym grünen Kohle z. B. (Brassica oleracea acephala Dc.), macht der Antheil des Markes gegen drey Viertheile vom Durchmesser des Stengels aus. Dagegen ist die Rinde verhältnissmässig dünner. Eine

Digitized by Google

Folge der Ausdehnung des Marks ist, dass der Stengel bey Kräutern eben so oft hohl ist, als selten dieses bey den holzbildenden Dicotyledonen vorkommt. Die Holzmasse, dort in einen ununterbrochenen Ring geordnet, bildet hier vereinzelte Bündel, die eine parallele Lage beobachten, ohne Verbindungen unter einander einzugehen. Sie sind gemeiniglich in einen Kreis gestellt, wie Malpighi vom Portulak (t. IV. f. 13), Grew von einer Diestelart (t. 38.) schildert. Wo jedoch z. B. der Stamm eckig ist, pflegen zuerst in den Ecken grössere Bündel, nachmals zwischen ihnen auch kleinere zu entstehen (Mirb. Anat. d. Labiées 45. t. I. f. 7. 8.). Noch weniger regelmässig ist ihre Stellung bey manchen Doldengewächsen. Wo nun Stengel von kurzer Dauer sind und immer in einem krautartigen Zustande bleiben, z. B. bey Tussilago Petasites, erhält sich die Isolirung der Bündel bis zum Tode: allein wo solche dauernder und blätterreicher sind, z. B. bey Helleborus foetidus, Brassica oleracea, treten jene bald in einen, ziemlich ununterbrochenen Ring zusammen und gehen zugleich seitwärts Verbindungen ein. Sie zeigen im Querschnitte einen rundlichen, keilförmigen, ovalen, selbst linienförmigen Umriss und bestehen zu innerst aus Spiralgefässen, zu äusserst aus einem Aggregat fibröser Röhren und der mittlere oder Haupttheil ist aus diesen und aus gestreiften oder punctirten Gefässen zusammengesetzt (Mohl l. c. t. H. F. 3.). Dieser aber wird von jenem äusseren durch eine Schicht verlängerter Zellen und einfacher eigener Saftbehälter getrennt (Grew t. 38. f. 2. a.), welche z. B. bey Brassica oleracea eine sehr bedeutende diametrale Ausdehnung hat, und innerhalb deren die Bildung neuer Rinden- und Holzsubstanz vor sich geht. So also findet sich hier das Wesentliche jener Zusammensetzung der Elementartheile, wie im Baste und Holzkörper baumartiger Dicotyledonen wieder (Moldenhawer Beytr. 48.). Vergleicht man andrerseits damit die Bildung der Bündel bey den Monocotyledonen und namentlich bey den Palmen, so findet sich bey einer allgemeinen grossen Uebereinstimmung nur eine Verschiedenheit im Verhältnisse der Fasersubstanz zu den übrigen Elementartheilen: insofern sie bey Monocotyledonen die Gefässe mehr

Digitized by Google

einzuschliessen und öfter eigenthümliche Gefässe zu enthalten pflegt. Vor Allem aber fehlt den Bündeln der Monocotyledonen das Vermögen, neue Substanz zwischen dem, aus Fasern und Gefässen bestehenden, mittleren Theile, wie er oben bezeichnet worden, und dem äusseren, der aus blossen fibrösen Röhren besteht, hervorzubringen und beyde dadurch von einander zu trennen (Mohl l. c. §. 41—44.) Die Bündel liegen bey den krautartigen Dicotyledonen in einem Zellgewebe, dessen Zellen im Allgemeinen von Innen nach Aussen kleiner werden, zwischen den Bündeln aber am kleinsten sind. Diese, obwohl durch die Ausdehnung der Bündel zusammengedrückt, haben so lange der Stengel krautartig bleibt, keinesweges, wie in den Markstrahlen der Bäume, eine wagerechte, sondern eine senkrechte Aneinanderreihung; was zu erkennen giebt, dass jene Eigenthümlichkeit der Markstrahlen auf einer ursprünglichen Anlage der Bildung beruhe (Moldenhawer a. a. O. 50.). Wo jedoch der Stengel von längerer Dauer ist, so dass die Bündel sich in einen geschlossenen Ring vereinigen können, zeigen sich auch sogleich die Markstrahlen. Indessen ist von einem lagenförmigen Ansatze des Holzes, des Bastes hier begreiflicherweise nichts wahrzunehmen.

§. 147.

Knotenbildung.

Die Nebenstengel, der Blattstiel und Ast, verbinden sich dem Hauptstengel immer nur am Knoten, und diese Verbindung ist bey Kräutern und Halbsträuchern, wegen häufigen Markes und dünnen Holzringes, am besten zu beobachten. Das Auszeichnende des Knoten nemlich betrifft einerseits das Mark, andrerseits den Holzkörper. Häufig ist daselbst die Höhle des Markes verengert, häufig sind dessen Zellen hier kleiner, gedrängter und mit gerinnbarer Materie mehr erfüllt. Dadurch ist die Festigkeit hier grösser, das Mark widersteht der Ausdehnung mehr und bey erfolgter Zerreissung bleiben Scheidewände. Auch die Farbe ist weniger verändert. Im Basilicum, wenn es längst schneeweiss geworden, ist es im Knoten noch schön grün. Zuweilen jedoch, besonders wo die Blätter alterniren, z. B. bey Nicotiana glauca, ist es in

Digitized by Google

den Knoten von der nemlichen Beschaffenheit, wie in den Internodien. Allemal aber giebt es, wenn ein Blatt oder Ast hier abgeht, einen Seitenfortsatz, welcher die Grundlage des neuen Theiles wird, und den auch das spätere Wachsthum niemals verschwinden macht. Bedeutender ist die Gefässsubstanz im Knoten der Dicotyledonen verändert. Im vierkantigen Stengel von Labiaten, z. B. von Salvia, giebt Mirbel vier grössere und eben so viel kleinere gesonderte Gefässbündel an, von denen jene die vier hervorspringenden Ecken einnehmen. Etwas unter dem Knoten, an den Seiten, wo Blätter austreten wollen, vereinigen sich die grösseren Bündel mit den kleineren durch zahlreiche Ramificationen und aus diesem Netze gehen dann seitwärts Bündel in die Blätter, oberwärts in die Fortsetzung des Stengels, über. Eben so verhält es sich bey andern Pflanzen mit gegenüberstehenden Blättern z. B. Mirabilis Jalappa (Anat. d. Labiées; Ann. d. Mus. XV. t. 1. f. 6. 11.). Aber auch die mit abwechselnden oder zerstreuten Blättern machen davon keine Ausnahme. Die Gefässbündel des Phellandrium aquaticum, sagt J. D. Moldenhawer, den Knoten sich nähernd, münden vielfältig zusammen, so dass kein Gefäss bleibt, welches nicht mit dem andern sich verbände. Aus diesen Anastomosen entspringen die Gefässe, welche demjenigen Marke folgen, so durch die Zwischenräume des Netzes sich einen Weg bahnt, um einen Ast zu bilden (De vas. pl. §. 38.). Im Lamium Orvala habe ich an den oberen Knoten des Stengels, der hier in den Internodien noch völlig getrennte Gefässbündel hatte, die Bildung so ganz, wie Mirbel angiebt, wahrgenommen. Die Gefässe gingen dabey, indem sie die Verschlingungen machten, in kurze, gewundene Glieder (wurmförmige Körper) über. Vergleicht man diesen Bau mit dem, wie er bey Monocotyledonen, z. B. Gräsern, gefunden wird, so zeigt sich keine wesentliche Verschiedenheit. In beyden Fällen Vereinigung und Theilung der Bündel am Knoten, ähnlich der Verschlingung der Lymphgefässe in den lymphatischen Drüsen: worauf Abgang der Seitenbündel in Zweig oder Blatt, der Hauptstämme in die Fortsetzung des Stengels, folgt. Die Rindensubstanz hat hiebey gemeiniglich eine völlige Con-

Digitized by Google

tinuität zwischen dem Stamme und dem Blatte oder Zweige. Allein bey der Mistel bemerkt man überall, wo der Stamm sich theilt, einen tiefen, ringförmigen Quereinschnitt, welcher jedoch nur die Rinde bis fast zum Holzkörper betrifft, diesen selber aber unverändert lässt.

§. 148.

Abgang der Blattstiele vom Stamme.

In dem Maasse als das Blatt sich entwickelt und organisirbare Materie durch dasselbe bereitet wird, legt neue Gefässubstanz an der Aussenseite der Bündel, welche seitwärts ausgetreten, sich an. Das Nemliche geschiehet an der Aussenseite jener Bündel, so die Fortsetzung des Stengels bilden, durch die Thätigkeit der oberen Blätter. Das seitwärts ausgetretene Mark erhält dabey fortwährend eine Verbindung zwischen dem des Stengels und dem Parenchym des Blattes. So geschieht es, dass der Zusammenhang zwischen Blatt oder Blattstiel und Stengel, wenn gleich nicht im Wesentlichen, doch scheinbar, sich verändert. T. A. Knight, als er beblätterte Apfelbaumzweige in gefärbtes Wasser gestellt hatte, beobachtete, dass die Gefässe des Blattstieles, welche sich damit gefüllt hatten, wenn sie in den Zweig verfolgt wurden, hier allein dicht um das Mark gelagert waren. Da nun dieses von den Spiralgefässen gilt, so waren folglich sie allein ins Blatt abgegangen und bildeten das Centrum, woran die spätere Holzmasse sich angelegt hatte, daher der Name der Centralgefässe, womit er sie bezeichnet (Phil. Transact. 1801. P. 2. 536. t. 24—26.) Eine zwar ideale, aber doch den natürlichen Vorgang genau andeutende, Figur hat davon Dupetit-Thouars (Hist. d'un morc. de bois fig. K. 2.) gegeben. Auch Mirbel fand bey Teucrium flavum L. die Gefässe, so aus dem Stengel in den Blattstiel übergehen, grösstentheils aus der Markscheide kommend (A. a. O. 73. t. 1. f. 2. d.). Jährige Schösslinge der Rosskastanie sind ganz vorzüglich geeignet, dieses zu beobachten. Jedes der Gefässbündel des Blattstieles steigt, vom innersten Rande des Splints kommend, durch eine eigene Oeffnung desselben in schiefer Richtung hinauf und endiget sich, nachdem Blatt und Blatt-

Digitized by Google

stiel abgefallen, aus einem der 5, 7 oder 9 Eindrücke, die auf der dreyeckigen Fläche, wo der Blattstiel angesessen, eine sehr regelmässige Figur bilden. Der Holzkörper hat hier also, wie es auch Dupetit-Thouars (A. a. O. fig. k. 5.) darstellt, fünf bis neun schräglaufende Löcher. Aehnlich verhält es sich bey der Esche, nur dass statt mehrerer kleinerer Bündel ein Halbkreis von solchen den Splint durchdringt, um in der Mitte der Platte, welche der abgefallene Blattstiel hinterlassen, sich zu endigen.

§. 149.

Abgang der Knospen und Zweige.

In ähnlicher, doch etwas verschiedener, Art entspringt am jährigen Zweige die Knospe und folglich auch der Nebenzweig. Duhamel scheint von dieser Verbindung keine deutliche Kenntniss gehabt zu haben, indem er sie nur soweit berücksichtiget, als sie die Holzsubstanz betrifft (Ph. d. arb. I. 93. II. 53.). J. Hill bemerkte, dass die um das Mark im Hauptstamme liegenden Gefässe dabey in die Knospe übergehen. Spaltet man, sagt er (Constr. 100.) im Frühjahre einen jungen Zweig von Cornus sanguinea oder von C. mascula der Länge nach so, dass die Trennung durch den Ansatz eines Knotenpaares geht: so siehet man auf jeder Seite einen der Fortsätze, so die Ecken der Markscheide bilden, sich einen Weg bahnen durch das junge Holz, nicht mittelst Zerreissung von dessen Gefässen, sondern durch Eindringen zwischen ihnen. Ein ganzer Bündel wird solchergestalt vorgestossen, um Zweig zu werden und lässt dabey eine dicke Lage der Markscheide hinter sich zurück (L. c. t. 16.). Es war daher keine neue Entdeckung, wenn Koeler (Lettre à Mr. Ventenat sur les boutons. 1805.) glaubte dargethan zu haben, dass die Knospen aus der Markscheide entspringen. Nach Mirbel (Elem. 125.) gehen Mark und Markscheide aus dem Stamme in die jungen Zweige über. Wenn er aber hinzusetzt, dass diese Continuität bald aufgehoben werde durch die Verstopfung des Canals, welcher solche bewirkte, so erinnert Dupetit-Thouars (Hist. d'un morç. d. bois 152.) dagegen mit Recht, dass dieses

Digitized by Google

ein blosser Schein sey, dadurch entstanden, dass die Marksubstanz, welche die Verbindung des Schösslings und des Hauptzweiges machte, die Form von Kügelchen und eine blasse Farbe hat. Selbst in völlig ausgewachsenen Buchenstämmen fand ich diesen Zusammenhang, verglichen mit dem, was im ersten und zweyten Jahre Statt hat, unverändert. Die Knospenverbindung an jährigen Zweigen z. B. von Rosskastanien und Eschen oder von Halbsträuchern z. B. Nicotiana glauca, erscheint daher so, dass über der Oeffnung oder den Oeffnungen für die Gefässbündel des Blattstiels der Holzkörper sich wieder schliesst, um dann abermals zu klaffen. Durch eine runde oder ovale Oeffnung (Dupetit-Thouars a. a. O. fig. K. 3.) tritt dann das Mark in gedrängten Zellen hervor, um die Grundlage der Knospe zu bilden (E. G. Bose de nodis plant. §. 9. J. D. Moldenhawer l. c. §. 43.). Sobald diese anfängt, sich zum Zweige zu verlängern, entwickeln sich Spiralgefässe aus wurmförmigen Körpern. Sie legen sich abwärts dem alten Holzkörper an, aufwärts aber gewinnen sie in eben dem Verhältnisse, als die Knospe sich ausdehnt, ihre eigenthümliche Gestalt. Sie geben endlich die Basis für eine neue Holzlage, welche nun dem Zweige und Stamme gemeinschaftlich wird und in jenem die erste Stelle zunächst dem Marke, in diesem die zweyte einnimmt. Anders verhält die Sache sich, wenn Knospen an einem Stamme entspringen, der viele Jahre alt, in dem folglich das Mark längst abgestorben, das innere Holz gereift und erhärtet ist. Hier bilden die Knospen sich nur in den jüngsten Holzlagen oder der jüngsten durch eine Erweiterung, eine Vegetation der Markstrahlen, deren einer dann als ein grüner Streifen durch den Splint bis zur Grundlage der Knospe geht. Knospen daher, welche aus der Lefze einer zur Heilung beträchtlich vorgeschrittenen Baumwunde, wodurch das Holz blossgelegt, entspringen, nehmen bloss im Splinte dieser Lefze ihren Ursprung (Keith on the Orig. of buds. Linn. Transact. XVI. 421.) und man kann daher nur im Allgemeinen sagen, dass die Knospen innerhalb des jüngsten Holzes entspringen.

Digitized by Google

§. 150.

Entstehung einer neuen Holzlage.

Es bleibt noch übrig, zu untersuchen, was für Veränderungen Rinde, Holz und Mark der Dicotyledonen durch das Wachsthum erleiden. Dass mit fortschreitender Zunahme des Stammes in der Dicke der Holzkörper im Umfange Zuwachs erhalte, lehrt der Augenschein. Da nun jede Holzlage, einmal gebildet, sich nicht mehr ausdehnt (Duh. Phys. II. 18.), so kann diese Zunahme nur geschehen durch Anlegung neuer Lagen um die alten und dass, und warum dieses in Form von concentrischen Lagen erfolge, deren eine in jedem Jahre sich den andern hinzufügt, ist oben erörtert worden. Aus der Betrachtung von Abschnitten von Kastanien und Eichen, sagt Malpighi (L. c. 36.), ergiebt sich, dass Stamm und Aeste alle Jahre einen Zuwachs bekommen von einer neuen Lage fibröser Röhren und Tracheen, welche sich von Aussen anlegt. Es frägt sich, unter welcher Form diese zuerst sichtbar werde. Malpighi antwortet (L. c. 23.) unter der Form des innersten Rindentheiles oder Bastes (liber), welcher, durchschnitten von den horizontalen Schlauchreihen, unter Gewinnung einer grösseren Festigkeit, von der Rinde sich absondert und dem älteren Holze sich anfügt. Im Wesentlichen eben so äussert sich Grew (L. c. 114. §. 10. 11.). An der inneren Seite der Rinde, sagt er, bildet sich jedes Jahr ein Ring von Lymphgefässen, welcher im folgenden Jahre durch Erhärtung und Ausdehnung in einen Ring von Holz sich verwandelt, während ein neuer an seine Stelle tritt. Der äussere Theil der Rinde nimmt dabey den entgegengesetzten Weg, nemlich gegen die Oberhaut, in welche er endlich selber übergeht. Vergleicht man, wie oben bereits bemerkt, was Malpighi unter dem Baste, Grew unter dem Ringe von Lymphgefässen nach ihren Beschreibungen und Abbildungen verstanden, mit der Natur: so siehet man, dass dieses nichts anders, als der noch krautartige Anfang einer neuen Holzlage sey, den ich (V. inw. Bau 142.) als innerste Rindenlage bezeichnete. Duhamel hat aus zahlreichen Versuchen, so er über diesen Gegenstand (L. c. II. 32—46.) gemacht, das Re-

Digitized by Google

sultat gezogen, dass die Rinde unabhängig vom Holze, welches sie bekleidet, neue Holzlagen hervorbringen könne: indem bloss die innerste Rindenschicht, welche einer anderen Natur zu seyn scheine, als die übrigen, sich in Holz verwandle, die andern aber immer Rindenlagen bleiben. Im Frühjahre werde ein gallertartiges Wesen zwischen Holz und Rinde sichtbar, welches zwar eine Flüssigkeit scheine, in der That aber schon organisirte Materie sey, nur von halbflüssiger Consistenz: daraus bilden sich zwey neue Lagen, von denen die eine dem Holze, die andere der Rinde sich hinzufügt. Diese, die anfänglich zusammengränzen, werden später durch Entstehung von abermaligen zwey neuen Lagen der nemlichen Art getrennt und um so weiter von einander getrennt, als die Vegetation fortschreite und der Baum an Umfang zugenommen habe (L. c. 27—29. t. 2. f. 29.). Duhamel tritt daher der Meynung von Malpighi und Grew im Wesentlichen bey, indem er nur die gleichzeitige Bildung einer neuen Rindenlage und Holzlage bestimmt ausspricht.

§. 151.

Bast verwandelt sich nicht in Splint.

Mit Unrecht widersprach ich (V. Bau 195.) den Meynungen von Malpighi und Grew, die ich misverstand: vielmehr war die von mir entwickelte Ansicht, dass die innerste Rindenlage sich in Holz verwandle, eben die von jenen Beobachtern und von Duhamel. Es schien mir damals die in der Bildung begriffene Splintlage, ihrer krautartigen Beschaffenheit wegen, der Rinde, mit welcher sie während eines grossen Theiles ihrer Existenz zusammenhängt, mit grösserem Rechte, als dem Holze, zugerechnet werden zu müssen. In einer späteren Schrift jedoch (Beytr. 57.) habe ich, um nicht weitere Missverständnisse zu veranlassen, diese Art der Bezeichnung zurückgenommen, die Ansicht der Verwandlung selber jedoch, welche sich auf Beobachtungen gründet, beybehalten und nur noch eine Ergänzung, betreffend die, gleichzeitig sich bildende, Rindenlage, hinzugefügt. Mirbel versteht unter dem Baste, den er ebenfalls sich in Holz

Digitized by Google

verwandeln lässt (Expos. et def. 253. u. folg.), nicht diese, sondern diejenige Rindenlage, welche aus einer Abwechselung von Zellgewebe und netzförmig verbundenen, gefässlosen Faserbündeln gebildet wird, mit einem Worte das, was ich früher die mittlere, nun aber mit J. P. Moldenhawer die innere Rinde genannt habe. In Folge späterer und reiferer Beobachtungen jedoch hat er diese Ansicht aufgegeben (Du liber et du bois: Mem. du Mus. XVI.) und mit Beybehaltung seiner früheren Bezeichnungsart der zweyten Rindenlage als des Bastes, nun die Theorie aufgestellt, dass die Grundlage des neuen Splints eine eigene Substanz sey, couche regeneratrice genannt, die weder der Rinde noch dem Holze angehöre, aber für beyde die Grundlage hergebe. T. A. Knight hat, die Unzulässigkeit der Verwandlung irgend eines Theiles der Rinde in Splint darzuthun, mehrere Versuche gemacht, so wie Beobachtungen über die verschiedene Structur dieser Theile angestellt (M. Beytr. 237.). Am entscheidendsten aber sind die Wahrnehmungen von Moldenhawer (Beytr. 35—46.), insofern sie auf das sich gründen, was uns das Microscop über die Veränderungen zwischen Holz und Rinde in der Wachsthumsperiode lehrt. Auch Dupetit-Thouars (Ess. XIII. in Melanges), Dutrochet (Accrois. et Reprod. d. Veget. S. 1. §. 4.), Decandolle (Organogr. I. 211.) nehmen, mit Ausschliessung einer Verwandlung von Bast in Splint, die gleichzeitige Bildung einer neuen Lage von Rinde und Holz zwischen den beyden jüngsten Lagen dieser Art an und dieses ist daher überhaupt als das Resultat zu betrachten, worin die meisten und besten Beobachter übereinstimmen: in der Art, dass die davon abweichenden Ansichten es mehr in den Ausdrücken, als in der Sache selber, seyn dürften. Die von Malpighi und Grew wenigstens dünken mich hie und da in einer von dem Sinne ihrer Urheber abweichenden Art dargestellt zu seyn (Decand. l. c. I. 208.), wie denn z. B. Grew der Benennung von Bast (liber), so weit ich gefunden, sich niemals bedient hat. Vornemlich aber hat die verschiedene Bedeutung, worin dieser Ausdruck von Malpighi und Duhamel einerseits, von Mirbel und Knight andererseits

Digitized by Google

genommen worden, die scheinbare Meynungsverschiedenheit hervorgerufen. Nicht unerwähnt endlich darf eine Ansicht von Link bleiben, zufolge deren der Holzkörper in allen Richtungen wächst, also nicht blos nach Aussen, sondern auch nach Innen, d. h. in der Richtung gegen das Mark zu. Dieses wird geschlossen für jährige Zweige aus der Zartheit der Holzsubstanz im Umfange des Markes, wo sie Spiralgefässe hat und von dem jüngsten Ursprunge scheint (Elem. Ph. bot. 154.), für mehrjährige aus der Veränderung und dem allmähligen Verschwinden des Marks, ohne dass dessen Structur sich ändert (L. c. 158.). Dass aber das Mark in Folge des Wachsthums sich nicht verkleinere, vielweniger ganz verschwinde, dass auch der Holzkörper sich nicht auszudehnen vermöge, um etwa neue Holzsubstanz nach Innen zu treiben, dieses ist es, was ich durch eine Reihe von Beobachtungen zu zeigen versucht habe (Beytr. 27. u. folg.): das Nemliche ist von Moldenhawer (Beytr. 47. 240.) und Dupetit-Thouars (Mel. de Bot. Ess. XIII.) geschehen. Ist aber dieses, behält das Mark immer den Umfang, den es zuerst hatte, als der Holzring sich schloss, so können die zunächst um dasselbe liegenden Theile nicht die jüngsten seyn, es sind vielmehr die ältesten, die zuerstthervorgebrachten, welche in diesem Zustande verblieben. Weit entfernt also, dass die Anwesenheit derselben für das Wachsen des Holzes nach Innen Beweis geben sollte, bestätiget sie vielmehr die ausschliessliche Richtung im Wachsthume desselben nach Aussen. Darauf gründet sich auch der Ursprung der obenbeschriebenen Oeffnungen am jährigen Holze für den Austritt der Spiralgefässbündel, die zum Blattstiele und zur Knospe gehen: indem diese Gefässbündel da waren und diesen Weg nahmen, ehe noch eine Holzsubstanz an ihrer Aussenseite im Stamme sich angelegt hatte.

§. 152.

Eine neue Splintlage entsteht unmittelbar aus gerinnbarem Safte.

Das Holz nimmt also zu durch eine neue Lage, welche sich zwischen ihm und der Rinde, gleichzeitig mit einer neuen

Digitized by Google

Rindenlage bildet. Damit verhält es sich so. Rinde und Holz, wenn ausgebildet, berühren sich nicht unmittelbar, sondern man bemerkt eine durchscheinende, graue oder farbelose Substanz, welche zwischen sie eintritt und sie verbindet. Zur Zeit, wo die Vegetation ruhet z. B. Winters, bildet diese einen so schmalen Ring, dass man sie oft kaum bemerkt: aber sobald jene wieder anhebt und Blätter und Zweige sich zu entwickeln anfangen, wird der Ring breiter, saftreicher, grüner. Wenn man alsdann Theile davon in einer Alkaliauflösung einige Wochen lang liegen lässt, so zeigen sich unter dem Microscope die noch halbflüssigen Anfänge neuer fibröser Röhren und Zellen (V. inw. Bau 144.), die aufs lockerste zusammenhängen. Dieses, nicht aber ein wirklicher Mangel von Zusammenhang, ist Ursache, dass zu dieser Zeit sich Rinde und Holz leicht von einander trennen lassen, die vorher fest zusammenhingen. In dem Maasse aber, als Organe in dem Ringe mehr unterscheidbar werden, sondert er sich in einen inneren grösseren Theil, den Anfang einer neuen Holzlage, und einen äusseren kleineren, den von einer neuen Rindenlage. Jene schliesst dem bisherigen Holze von Aussen, diese der bis dahin vorhandenen Rinde von Innen sich an, und nun sind Holz und Rinde wiederum nicht mehr trennbar. Wenn aber beyde Lagen ihre Ausbildung erlangt haben, zeigt sich auch sogleich wieder der graue, durchscheinende Streifen zwischen ihnen. „Die Ausbildung, sagt Grew (Anat. 19. §. 6.), eines zuvor angelegten Holzringes, ist mit der Grundlegung eines neuen gleichzeitig.“ Es ist eine dabey vielfach berührte Frage: Welcher von beyden Theilen, ob Holz oder Rinde, diese beyden neuen Lagen hervorbringe d. h. den Saft hergebe, welcher sich in solche verwandelt. Von Duhamels zahlreichen Versuchen darüber sind folgende besonders wichtig. Eine Knospe vom Pfirsichbaume wurde auf ein Pflaumenbäumchen oculirt, bey welcher Operation bekanntlich ein Stück Rinde an der Knospe gelassen wird. Nachdem diese sich zu einem Zweige ausgebildet, fand sich unter dem Rindenstücke eine neue Holzlage, weiss, wie das Pfirsichholz, und deshalb von dem rothen Pflaumenholze leicht zu unterscheiden. Diese also konnte nur dass mit der

Digitized by Google

Pfirsichknospe in Verbindung gebliebene Rindenstück hervorgebracht haben (Ph. d. arb. II. 32.). Ferner senkte Duhamel Zinnplatten unter die Rinde von Bäumen im Saftetriebe so ein, dass sie an der Oberfläche des Holzes lagen. Beym Durchschneiden dieser Stämme nach etlichen Jahren fand sich dann das neue Holz an der äussern, der Rinde zugekehrten Seite der Platten angesetzt (Das. 39.). Die Originale, welche zu diesen Versuchen gedient haben und welche die Wahrheit der Erfolge bezeugen, befinden sich noch in den Sammlungen beym Pflanzengarten zu Paris. Einen ähnlichen, wo möglich noch entscheidendern, Versuch, hat Dr. Hope, Professor zu Edinburg, angestellt (Smith Intr. to bot. 34.). In der Rinde eines drey- bis vierjährigen Weidenzweiges wurde der Länge nach ein Schnitt von etlicher Zoll Länge gemacht und solche daselbst von dem Holze, ohne weitere Verletzung, rings herum abgesondert, dann aber wieder in ihre Lage gebracht. Die Wundränder vereinigten sich, unter einem gehörigen Verbande, vollkommen wieder und nach einigen Jahren fand sich an der Innenseite der gelöseten Rinde eine Anzahl neuer Holzlagen angelegt. Diese also konnten nur von ihr abgesetzt seyn, da sie hier keine Verbindung mit dem Holzkörper, wie er vor der Operation bestand, weiter hatte. Hinwiederum lehren andere Beobachtungen, dass unter gewissen Umständen das Holz die Flüssigkeit hergebe, woraus Rinde und neues Holz sich bilden. Duhamel fand, dass kräftige Bäumchen, denen die ganze Rinde oder ein Theil derselben vom Holze abgestreift war, solche reproducirten, wenn nur Licht und Luft von der entrindeten Oberfläche abgehalten wurden. Auf dieser schwitzte eine flüssige Gallert aus und bildete sich in Kurzem zu einer neuen Rinde um, worunter bald auch eine neue Splintlage erzeugt ward (Das. 44.). Aehnliches beobachtete T. A. Knight am Apfelbaume, Ahorn, der Eiche und Bergrüster (M. Beytr. 223.): das gallertartige Fluidum für die Bildung der neuen Rinde quoll in einem dieser Fälle deutlich aus den zahlreichen kleinen Längsspalten an der Oberfläche des Splints, welche durch die Markstrahlen ausgefüllt sind, hervor. Es scheint demnach, dass das Zellgewebe dieser Markstrahlen den Saft,

Digitized by Google

woraus neue Lagen sich bilden, durch eine horizontale Fortstossung hergebe, so dass er im Frühjahre zwischen Holz und Rinde schon erscheint, noch ehe Blätter sich ausgebildet haben. Bekanntlich gehen jene Strahlen ununterbrochen aus dem Holzkörper in die Rinde über. Dutrochet hat dieses mit Unrecht und gegen die Natur geläugnet (Accroiss. S. 1. §. 2.), indem nach ihm nur eine Contiguität, ein Zusammenstossen der Strahlen von beyden Theilen Statt haben soll. Turpin aber hat diesen Umstand zu der Ansicht benutzt, dass, so lange die Continuität nicht aufgehoben sey, alles Wachsthum hier bloss von Innen nach Aussen fortschreite (Ann. d. Sc. nat. XXV. 42.). Man muss also sagen, dass, sowohl Rinde als Holz, diesen Saft hergeben können und dass im Allgemeinen und besondere Fälle abgerechnet, wo eins des andern Verrichtung mit übernimmt, ein ununterbrochener Zusammenhang von beyden dazu erforderlich sey.

§. 153.

Ansicht von Dupetit-Thouars.

A. Dupetit-Thouars hat geglaubt, den Vorgang, wovon die Rede ist, besser begreiflich zu machen durch die Annahme, dass die neue Holzlage, wodurch der Stamm sich verdickt, hervorgebracht werde durch Entwicklung der Knospen an demselben (Essays s. l. veget. II. Accroiss. en diam.), welche er nicht nur aufsteigend, sondern auch absteigend vor sich gehen lässt. Die Knospe, welche sich entwickelt, sagt er (A. a. 27. Hist. d'un morç. d. bois. XXXIII.) hat die vollkommenste Aehnlichkeit mit dem Embryo des keimenden Saamen. Die Wurzeln desselben sind die Fibern, welche vom Grunde der Knospe an der Oberfläche des Holzes absteigen und, in Verbindung mit denen von allen andern Knospen, die neue Holzlage bilden. Der Cotyledon ist das, aus dem Stamme in die Knospe sich fortsetzende, Parenchym, welches in dem Maasse saftleer (ein Mark) wird, als die Entwicklung fortschreitet und der Plumula endlich entspricht der freye Theil der Knospe, welcher sich nach oben entwikkelt. Da die neue Lage in der ganzen Ausdehnung des Stammes zugleich und in gleicher Entwicklung sichtbar wird, so

Digitized by Google

nimmt Dupetit-Thouars, um zu erklären, wie es zugehe, dass man nicht ein successives Absteigen der Fibern gewahr wird, an, dass dasselbe mit ausserordentlicher Schnelligkeit vor sich gehe, wobey an die Bewegung des Lichts und der electrischen Materie erinnert wird (Ess. 22.). Die Einwürfe von Desfontaines, Dutrochet, Mirbel, A. Richard zu beseitigen, nimmt der Verfasser Gelegenheit, für diese Theorie anderweitige Stützen zu suchen (Obs. sur l'enlevement d'un anneau d'ecorce 1822.). Unter Mehrerem provocirt er auf eine Beobachtung an einem entrindeten Stämmchen von Thuia orientalis (Das. 26. m. e. Kupfertaf.), welches über der entblössten Stelle fortfuhr, Holzlagen von der nemlichen Beschaffenheit wie die früheren, bis zum zehnten Jahre nach der Verletzung, zu bilden, während unter der entrindeten Stelle deren keine sich ansetzten. Um zu erklären, wie bey Vereinigung von Baumarten eines verschiedenen Holzes durch Pfropfen, die neugebildeten Holzlagen über der Pfropfstelle Farbe und Bau vom Holze des Pfropfreises, unter derselben die vom Subjecte haben, nimmt er an (Das. 18. 23. 54.), dass die Fibern ihre Bestimmung zum Absteigen zwar von der Knospe, ihr Material und ihre Bildung aber von dem gerinnbaren Safte (Cambium) derjenigen Holzart, an deren Oberfläche sie hinabsteigen, erhalten und so die eigenthümliche Natur derselben sich aneignen. Eine Modification davon ist I. Lindley's Ansicht: die neuen Lagen seyen gebildet durch zwey Systeme, das der Zellen und das der Fasern und Gefässe, wovon jenes eine horizontale, dieses eine senkrechte Art der Ausdehnung habe. Nun aber besitze das Holz seine Farbe, Bildung u. s. w. hauptsächlich von den Markstrahlen, also werde es auch hier die seinige auf diesem Wege aus den älteren Lagen erhalten müssen. (Rep. of the Brit. Assoc. f. 1833. 58.). Unstreitig liegt in diesen Voraussetzungen viel Willkührliches und Dupetit-Thouars absteigende Fibern sind kaum etwas Anderes, als eine symbolische Art des Ausdrucks. Sie sollen Wurzeln seyn und sehen doch nicht so aus; sie sollen hinabsteigen und doch im Absteigen erst Körper bekommen. Andrerseits sind Thatsachen, welche dieser Theorie zum Grunde liegen, nicht in Abrede zu stellen. Es hat seine Richtigkeit,

Digitized by Google

dass die Knospe ein Individuum ist, ein Pflänzchen, welches auf der Mutterpflanze sich entwickelt. Es ist auch nicht zu läugnen, dass die Materie, woraus die neuen Lagen sich bilden, von den Blättern und Zweigen, in welche die Knospe sich auswickelt, wenigstens theilweise bereitet werde, auf jeden Fall aber von ihnen die Bestimmung zu einer Gestaltung von specifischer Art, die von Oben nach Unten fortschreitet, empfange.

§. 154.

Holz und Rinde sind dabey thätig.

Jedoch kann, meiner Meynung nach, nicht zugegeben werden, dass dieses überhaupt geschehe, ohne dass die Holzsubstanz, an deren Oberfläche jene Bildung vor sich geht, dabey zugleich thätig sey. Dup. Thouars führt einen Fall an, wo ein Reis von Robinia hispida, so auf einen Stamm von Robinia Pseudacacia gepfropft war, zu wachsen und neue Substanz von seinem Anheftungspunkte an abwärts zu bilden fortfuhr, nachdem das Subject schon todt war. Er hat davon eine Beschreibung gegeben, so wie mehrere Abbildungen (Rep. a Mr. Dutrochet 46. t. 3.), deren Treue A. Richard (Nouv. elem. d. Bot. 105.) und der Verfasser dieses, welche Gelegenheit hatten, das Original bey ihm zu sehen und zu untersuchen, bezeugen. Allein dass der Mutterstamm bereits abgestorben war, während das Reis noch fortfuhr, seine Fibern abwärts zu verlängern, ersah man nicht daraus und darauf kommt doch eigentlich Alles an. Auch I. Lindley beschreibt einen Fall, wo er den mittleren Theil eines Pappelstammes abgestorben glaubt, da er noch sehr jung war, während in der Wurzel und im oberen Stammtheile noch Leben bestand (Journ. R. Instit. of Gr. Br. 1831 May.). Vermöge dessen fuhr das Bäumchen fort, sagt Lindley, neue Holzlagen um den abgestorbenen Theil des Stammes zu bilden. Aber auch dieses Factum dürfte, ohne dass man zu jener abentheuerlichen Voraussetzung seine Zuflucht nehme, aus einer in der Jugend des Baumes Statt gehabten Operation zu erklären seyn, ähnlich der, wie sie von Hope an einem Weidenbäumchen unternommen ward. Ist also die Theorie von Dupetit-

Digitized by Google

Thouars gleich in der Hauptsache wahr, so ist sie doch zu sehr aus einem besondern Falle abgeleitet und deshalb mit viel Hypothetischem verbunden, was ihr bis jetzt wenig Anhänger verschafft hat. Auf jeden Fall geht man sicherer, sich an ein allgemeineres Factum zu halten und mit Decandolle (Org. I. 209.) zu sagen: dass die neuen Holz- und Rindenlagen aus dem gerinnbaren Safte entstehen, welcher, aus der ältern Holz- und Rindensubstanz austretend, unter Einwirkung der Thätigkeit der Blätter sich in Fasern, Gefässe und Zellgewebe gestaltet. Diese letzterwähnte Thätigkeit wird daher nicht so, wis sie es verdient, berücksichtiget, wenn Dutrochet die neue Splint- und Bastlage durch Ausdehnung (extension) einerseits des ältereu Splints, andrerseits des älteren Bastes, entstehen lässt und darin jene Tendenz zur Mittenbildung wiederfindet, die er als Gesetz für die Bildung neuer Stammtheile bey den Dicotyledonen überhaupt betrachtet (Accroiss. d. veget. s. 1. §. 4.). T. A. Knight fand, dass, wenn er die Knospe eines durch Oculiren aufgesetzten Rindenstücks zerstörte, dieses, obwohl noch lebend, nicht mehr das Vermögen besass, eine neue Splintlage abzusetzen. (M. Beytr. 247.)

§. 155.

Bildung einer neuen Rindenlage.

Gleichzeitig mit der neuen Holzlage entsteht die neue Rindenlage und mit Unrecht lehrt Agardh (Biol. 65.) dass die erste im Frühlinge, die zweyte aber erst im August entstehe. Dessen ungeachtet bildet sich jede, vermöge eigenthümlicher Anlage, für sich aus (Duham. l. c. II. 47.) und in eben dieser Anlage muss auch der Grund davon gesucht werden, dass die eine den Lagen des älteren Holzes von Aussen, die andere denen der älteren Rinde von Innen sich anschliesst. Da nun, wie Duhamel gezeigt hat, die älteren Holzlagen ihre Ausdehnung vollkommen behalten, also solche weder vermehren, noch vermindern, so muss die alte Rinde um so viel sich ausdehnen, als nöthig ist, die beyden neugebildeten Lagen in ihren inneren Umfang aufzunehmen. Die Wirkung dieser Ausdehnung zeigt sich darin, dass die Faserbündel sich mehr von einander entfernen, welche Entfernung daher in

Digitized by Google

eben dem Maasse zunimmt, als die der Rindenlagen vom Holze. Dadurch würden Lücken zwischen diesen Bündeln entstehen müssen, wenn nicht die Natur sogleich solche mit Zellgewebe ausfüllte, welches daher als eine neue Production zu betrachten ist. Mirbel will in so fern mit Recht diese Ausdehnung nicht als einen bloss passiven, sondern als einen activen Vorgang angesehen wissen (Mem. sur l'origine etc. du liber et du bois; Mem. du Mus. XVI. 2. 26.), wobey er wiederum darin zu irren scheint, dass er ihn bloss als einen solchen betrachtet. Die Verschiebungen, welche man in den Figuren des Bastnetzes auf Queerabschnitten bey manchen Holzarten bemerkt (Duham. l. c. II. 29.) deuten offenbar an, dass hier nicht alle passive Ausdehnung ausgeschlossen sey. Auch erhellet aus Erfahrungen, welche Dupetit-Thouars (Rem. s. une note de M. Mirbel sur le cambium et le liber. 7.) anführt, dass die äusseren Bastschichten auf die inneren einen beträchtlichen Druck ausüben müssen. Mirbel hat dabey auf einige Verschiedenheit aufmerksam gemacht, welche die Bildung der Bastlagen durch die Ausdehnung erleidet. Bey der Linde nemlich bewirkt dieselbe bloss eine Vergrösserung der Maschen des Bastnetzes, folglich eine blosse Vervielfältigung des Zellgewebes in denselben: allein beym gemeinen Apfelbaume vervielfältigen sich auch die Maschen, was also eine Theilung der Faserbündel, aus denen solche gebildet sind, voraussetzt (L c. 19. 23.). Diese Vervielfältigung der Zellgewebsstrahlen, welche mit der Zunahme des Umfanges verbunden ist, in der Art, dass die Massen von Holz und Bast, indem sie sich vergrössern, durch sie in kleinere Portionen getheilt werden und sich also gleichfalls vervielfältigen, nennt Dutrochet die Zunahme in der Breite durch Hervorbringung neuer Substanz in der Mitte (accroissement en largeur par production mediane l. c. s. I. §. 2. 3.), aber dass er auf dieses Phänomen zuerst aufmerksam gemacht habe, lässt sich wohl nicht mit Decandolle (Org. I. 210.) sagen, indem man mehrere dahin gehörige Beobachtungen schon bei Duhamel (L. c. II. 29.) antrifft. Dutrochet findet diese Tendenz zu Mittenproductionen gleichmässig in der Rinde (système cortical), wie im Holze (syst. central), anwesend: allein es

Digitized by Google

ist hier doch der Unterschied, dass sie beym Holze nur in der neuen Lage Statt findet und die alten unverändert bleiben: da bey der Rinde auch die alten Lagen dadurch in ihrer Zusammensetzung verändert werden. Diese Ausdehnung abgerechnet gehen in den Elementartheilen der inneren Rindenlage keine besondere Veränderungen durch das Wachsthum vor sich; die Fasern insbesondere werden härter und straffer, aber nie kömmt es zwischen ihnen zur Bildung von Gefässen.

§. 156.

Jährliches Abwerfen der trocknen äussersten Rindenlage.

Durch das Entstehen einer neuen Rindenlage verdickt sich die gesammte Rinde, durch die Bildung einer neuen sowohl Rinden- als Splintlage dehnen die älteren Rindenlagen sich immer mehr und mehr aus. Diese sind dabey der ununterbrochenen Einwirkung des Lichts, der Luft, der Wärme und Kälte, so wie andern atmosphärischen Einflüssen, ausgesetzt. Eine Folge davon ist, dass sie endlich trocken und leblos werden und einen Ueberzug des Stammes bilden, der von Malpighi und Duhamel den Formen der Oberhaut beigezählt, von Dupetit-Thouars aber mit Recht davon unterschieden und durch Epiphlose bezeichnet wird (L. c. 9.). Darin sind jedoch Grade wahrzunehmen. Der erste ist, dass die Oberhaut, dergleichen auch der krautartige Stengel hat, sich verdickt, verfärbt und undurchsichtig wird ohne weitere Veränderung der grünen Rinde; der zweyte, dass die ganze äusserste Rindenlage oder die äussersten Rindenlagen trocken und leblos werden, wobey ihr Zellgewebe eine weisse, graue oder braune Farbe annimmt. Im ersten Zustande ist dieser Ueberzug bey den meisten Gewächsen durch das fortgesetzte Wachsthum noch ausdehnbar, im zweyten in der Regel nicht mehr. Eine andere Gewalt, der er zu widerstehen hat, ist die Productivität des zelligen Theiles der unterliegenden lebenden Rindenlage. Entwickelt und vervielfältiget sich nemlich solche bedeutend, so stosst sie jene todte Schicht ab: im entgegengesetzten Falle bleibt sie mit ihr verbunden. So, wie es scheint, durch ein Zusammentreffen mehrerer Wirkungen geschiehet es, dass gewisse Bäume und Sträucher bey Er-

Digitized by Google

neuerung der Vegetation ihre äussere Rindenlage abwerfen und zwar nicht bloss den zelligen Theil derselben, wie Decandolle sich vorstellt (L. c. 196.), sondern auch die Bastlage. Dergleichen geschiehet daher beym Platanus, grossblättrigen Ahorn, Weinstock, Heidelbeer- und Stachelbeerstrauch, Geisblatt, der Birke, Spiraea opulifolia u. s. w. in grösseren oder kleineren, mehr oder minder zusammenhängenden Portionen. Die Risse, mittelst deren dieses Abwerfen erfolgt, nehmen nicht immer die nemliche Richtung: bey der Birke gehen solche queer um den Stamm, beym Geisblatte und Weinstocke der Länge nach und Dupetit-Thouars will bemerkt haben, dass die Ablösung zuweilen in spiralförmiger Richtung geschehe. Oefter aber ist nichts Bestimmtes in dieser Hinsicht warzunehmen. Nach Abwerfung des trockenen Ueberzuges stellt sich wiederum eine glatte, ununterbrochene zellige Oberfläche dar, die bald wiederum durch Berührung der Luft erhärtet: man kann jedoch nicht eigentlich mit Duhamel sagen (L. c. I. 12.), dass hier eine Oberhaut sich reproducirt habe.

§. 157.

Verdickung und Reissen derselben.

Wenn aber durch die vorerwähnten Ursachen ein beträchtlicher Theil der äussersten Rindenlagen abgestorben, sind sie gemeiniglich keiner Ausdehnung mehr fähig und ist damit ein Mangel an Productivität im Zellgewebe der noch lebendigen Lagen verbunden, so bleiben diese mit dem Todten in fortwährender Vereinigung. Da aber sie sich ausdehnen können, und die trockene Kruste nicht mehr, so bekömmt diese der Länge nach Risse, welche desto tiefer gehen, jemehr die Verdickung des Stammes, folglich die Ausdehnung der Rinde und ihr Absterben an der Aussenseite fortschreitet. Die Buche macht davon auf gewisse Weise eine Ausnahme, indem sie auch alt eine ziemlich ebene Rinde behält: allein die Eiche, Rüster, Erle, Weide, Pappel, der Hollunder, Wallnussbaum u. s. w. verhalten sich auf die vorgedachte Art. Die durch die Risse eingeschlossenen Portionen bleiben dabey gemeiniglich sitzen und bedecken sich mit Flechten und Moosen:

Digitized by Google

nur zuweilen fallen sie, wenigstens theilweise ab, wie bey den Kiefern. Im Allgemeinen behalten die Holzpflanzen ihre Art der Rindenveränderung unter allen Umständen bey und Species einer Gattung unterscheiden sich darin standhaft von einander. Arbutus Unedo und A. Andrachne z. B., im Ganzen einander so ähnlich, sind es darin nicht, dass jener seine abgestorbene Rinde behält, die sich im Fortgange zu einer faserigen Kruste verdickt, dieser aber sie auf eigenthümliche Weise ganz abwirft und diese Verschiedenheit ist besonders auffallend, wenn Andrachne, wie gewöhnlich geschieht, auf Unedo gepfropft ist, indem beyde den eigenthümlichen Character ihrer Rinde ohne Vermischung beybehalten (Dup. Thouars l. c. 14.). Jedoch kommen hier auch Uebergänge vor. Bey der Birke z. B. findet sich am jungen Stamme ein hautartiges Absondern der Rinden-Oberfläche, am ganz alten eine Bildung von Borke mit tiefen Rissen. Es ist andrerseits die Zeit und folglich die Verdickung, deren die Rinde bedarf, damit ihre äusseren Schichten genugsam absterben und reissen, sehr verschieden nicht nur nach den Holzarten, sondern auch nach Boden, Klima und sonstigen auf die Vegetation wirkenden Verhältnissen. Beym Hollunder, Vogelkirschbaum, der Korkrüster geschiehet es schon im zweyten, bey der Kiefer im achten Jahre; bey der Eiche, der Birke, der Weide noch später, wie denn z. B. bey der Eiche im Allgemeinen, erst mit dem zehnten Jahre die äussere Rinde abzusterben und zu reissen anfängt. (M. Beytr. 62.). Jedoch tritt dieser Erfolg weit früher ein an Bäumen, welche auf einem schlechten und magern Boden gewachsen, als an solchen, die einen guten, ihrem Gedeihen angemessenen Stand hatten, wenn gleich jene weit langsamer an Wachsthum und Dicke zunahmen. (Duham. l. c. l. 11.). Man siehet hieraus, dass die Beschaffenheit des Zellgewebes an diesem Vorgange einen bedeutenden Antheil habe, indem es auch dann nach dem Vertrocknen der Ausdehnung noch fähiger ist, wenn es von einem reichlichen, bildungsfähigen Safte erfüllt war.

§. 158.

Veränderungen des Markes.

Es ist endlich noch die Veränderung zu erwägen, welche

Digitized by Google

das Mark beym Wachsthume des perennirenden Stammes erleidet. Nachdem es, durch Fortstossung seiner Säfte in die vegetirenden Knospen und Markstrahlen, statt des Saftes mit Luft gefüllt worden, ist es als ein lebloser Körper zu betrachten. In Baumarten, welche kein reifes Holz zu bilden pflegen z. B. in Weidenstämmen, ist es, auch wenn sie schon beträchtlich dick sind, noch unverändert, und nimmt dann als ein brauner, schwammiger Cylinder den Mittelpunct des weissen Holzes ein. Wird es dann durch Wegnahme der Krone oder eines Seitenzweiges entblösst, so dass Feuchtigkeit von Aussen eindringen kann: so entsteht Fäulniss und nicht nur das Mark, sondern auch die zunächst umliegenden Holzlagen werden nach und nach zerstört. Ein solcher Baum wird dann hohl, ohne dass er zu leben aufhöre, indem die noch vorhandenen äussern Holzlagen, die sich durch das Wachsthum jährlich erneuern, zu seinem Leben genügen Allein in andern Stämmen siehet man in einem gewissen Alter, wenn sie gesund geblieben und ihr Holz gereift ist, von einem Marke nichts mehr. Die meisten Naturforscher bis auf unsere Zeit herab, waren der Meynung, dass in solchen Fällen die Höhle des Marks und also auch dieses selber, in Folge des Wachsthums zu existiren aufgehört habe. „Dadurch, sagt I. Ray, dass die inneren Jahrringe sich durch die Zeit und durch Trockenwerden zusammenziehen, drücken sie das schwammige Mark zusammen, welches in manchen Holzarten endlich ganz verschwindet, wie z. B. am Hollunder deutlich zu bemerken ist" (Cat. pl. Cantabrig. 56.). Duhamel hat dieser Meynung durch seinen Beytritt viel Gewicht gegeben. „Nach und nach, sagt er, nimmt der Markkanal an Durchmesser ab und in dicken Bäumen, selbst solchen, welche in ihrer Jugend ein sehr bedeutendes Mark besassen, ist im Alter weder Canal, noch Mark weiter zu sehen" (L. c. I. 37.). Mustel ist, wie es scheint, der erste, welcher die Meynung aufgestellt hat, diese Verminderung und endliche Ausfüllung der Markhöhle geschehe durch Anlegung von neuer Faser- und Gefässsubstanz an der Innenseite des Holzringes. „Der Raum, sagt er, welchen das Mark einnahm, wird nach und nach ausgefüllt durch das Fortwachsen des Holzes, indem der Baum

Digitized by Google

neue Lagen desselben inwendig, wie auswendig, bildet" (Traité d. l. vegetation III. 332.). Dieser Ansicht sind Sprengel, Mirbel und Andere beygetreten. Vorzüglich aber ist es Link, welcher diese Ansicht geltend zu machen sich bemüht hat, welche mit seiner Theorie von Verwandlung der Spiralgefässe in Uebereinstimmung ist. „Das Holz, sagt er, wächst nicht nur in der Peripherie, sondern dieses geschiehet auch, wiewohl nicht lagenförmig, an seiner innersten, das Mark umgebenden Schicht. Diese nemlich vergrössert sich, indem das Mark sich immer mehr vermindert und erst, wenn davon nichts mehr vorhanden ist, hört beym Holze das Wachsen nach Innen auf" (Elem. 158.).

§. 159.

Verhärtung desselben.

Nichts ist der Natur mehr widerstrebend, als diese Lehre. Wenn zuweilen die Markhöhle in dem ältern Zweige enger gefunden wird, als in dem jüngern, so findet man diese verschiedene Weite auch bey Vergleichung von Zweigen des nemlichen Jahres, ja von verschiedenen Theilen des nemlichen, innerhalb einer einzigen Vegetationszeit gebildeten Triebes. Es liegt also darin kein Beweis für die Verengerung der Markhöhle durch das Wachsthum überhaupt (Link l. c.). Direct versuchte ich die Unzulässigkeit einer solchen Verminderung zu zeigen durch Vergleichung von Queerabschnitten dreyjähriger Linden-, Erlen- und Weidenzweige, die in kleinen Entfernungen von einander der ganzen Länge der Zweige nach genommen waren. Es zeigte dabey die Markhöhle zwar im einzelnen Jahrwuchse einige Verschiedenheit des Umfanges, aber in dem vom zweiten und dritten Jahre, verglichen mit dem vom ersten, im Ganzen nicht die mindeste Verengerung. Aber auch weit später, z. B. in einem Eichenstamme von 40 Jahrringen, zeigte sie, verglichen mit der vom einjährigen Triebe, dergleichen nicht. (M. Beytr. 27. 31.). Das nemliche Resultat erhielt I. P. Moldenhawer durch Untersuchungen am Hollunder (Beytr. 240.). Turpin beobachtete an einem, 130 Jahr alten Stamme von Cactus peruvianus die nemliche Dimension des Markes, wie bey dessen erster Bildung (Ann. d. Sc. nat. XX. 34.). Besonders hat Du-

Digitized by Google

petit-Thouars sich Mühe gegeben, die Thatsache, dass der Markkanal, einmal gebildet, sich nicht mehr erweitert, oder verengert, ausser Zweifel zu stellen (Melanges XIII.) und die Beweiskraft der Objecte, auf welche er diese Behauptung gründet, ist durch Jussieu, Desfontaines und Labillardière öffentlich anerkannt worden (Das. 32. 33.). Was wird also aus dem Marke, wenn es verschwindet oder zu verschwinden scheint? Es nimmt, sagen Einige, die Natur des Holzes an und Mirbel lässt die Zellen hier gradezu in Holzröhren sich umwandeln (Traité I. 191.). Allein davon lässt die Möglichkeit sich nicht begreifen. Schon Medicus bemerkt: das Mark, wenn es sich auch zu verholzen scheine, lege doch nie seine Natur ab (Beytr. 518.) und T. A. Knight versichert: der Raum, den das Mark einnehme, werde nie mit Holzmasse gefüllt (M. Beytr. 124.). Das Microscop giebt einen entscheidenden Beweis davon. In gesunden Eichenstämmen, welche reifes Holz haben, untersuche man den Mittelpunct der Holzlagen, den, worin sämmtliche Markstrahlen zusammenstossen und man wird die nemliche Grösse und den nemlichen zelligen Bau des Markes, wie im jährigen Triebe, unverändert finden: nur hat es die Farbe des Holzes angenommen, die Zellen haben verdickte Wände und eine sehr verkleinerte Hohle (M. Beytr. 31.). Noch deutlicher, wo möglich, zeigt die Sache sich in alten gesunden Buchenstämmen. Das Mark, als ein brauner Cylinder von etlicher Linien Durchmesser, nimmt noch immer den Mittelpunct des weissen Kernholzes ein und theilt dessen innersten Lagen seine braune Farbe zum Theil mit. Es hat jedoch mehr Härte als sie und knistert beym Durchschneiden: dennoch sind die Zellen an Form und Grösse die nemlichen wie im jährigen Triebe, nur ziemlich undurchsichtig und mit vielen Körnern, welche ein Gummiharz scheinen, zum grössten Theile gefüllt. Das sogenannte Verholzen des Markes ist daher ein blosses Verhärten desselben, was nicht hindert, dass es beym Trocknen des zerschnittenen Holzes sich mehr, als dieses, zusammenzieht und Sprünge bekommt (Medicus a. a. O. 519.). Die Verhärtung wird bewirkt durch einen festwerdenden Saft, welcher die Wände der Zellen, wie an der

Digitized by Google

Oberhaut, überzieht. Er scheint der nemliche mit dem, welcher das Reifen des Holzes und das Verhärten der Markstrahlen bewirkt und dazu auf gleichem Wege, nemlich durch eine horizontale Fortbewegung von Aussen nach Innen, herbeygeführt, ohne dass die bereits eingetretene Leblosigkeit des Markes für seine Absetzung in dessen Zellen ein Hinderniss wäre.

§. 160.

Vergleichung der Elementartheile von Pflanzen und Thieren.

Einige Bemerkungen über die Verschiedenheiten, welche die Zusammensetzung der Elementartheile bey Vergleichung des Pflanzenreichs mit dem Thierreiche darbietet, mögen den gegenwärtigen Abschnitt beschliessen. Es kann dabey dreyerley in Betracht kommen: die primaire Zusammensetzung derselben in Parthien und Systeme, ihre secundaire Vereinigung in äussere Organe und die weiteren Veränderungen, welche die Elementarorgane durch solche Zusammenfügungen in Massen erleiden. In dem ersten Stücke finden wir beyde Reiche ziemlich mit einander übereinstimmend. Im Pflanzenreiche: lassen sich alle Elementartheile auf drey zurückführen, das Zellgewebe, Fasergewebe und die Gefässe. Die Luft- und Harzbehälter sind nichts als wenig veränderte zellige Theile und wenn gleich auch die erstgenannten sich endlich auf die Zellenform zurückbringen lassen, so sind sie doch in ihrer völligen Ausbildung selbstständig. Auch die Elementartheile des thierischen Körpers lassen sich auf drey reduciren: das, hier uneigentlich so genannte, Zellgewebe, die Muskelfaser und die Nervensubstanz. So werden sie bereits von Haller angegeben (Elem. physiol. I. 22.) und die nemlichen finden wir in den neuesten Werken, welche diesen Gegenstand behandeln, als die Grundtheile aller thierischen Organe bezeichnet. (G. R. Treviranus Biologie I. 166. III. 501. Cuvier Regne Animal I. 25. Béclard Anat. gener. 13. Tiedemann Physiol. des M. I. §. 110. 135.) Nur scheinbar weichen davon andere Bestimmungen ab, wie wenn Blainville ein zeugendes Element, das Zellgewebe oder einsaugende

Digitized by Google

Gewebe und secundaire Elemente, nemlich die Muskelfaser und Nervenfaser, annimmt (Meckels Arch. f. d. Physiol. VII. 585.). Rudolphi zählt gar acht Elementartheile des thierischen Körpers (Grundr. d. Physiol. I. 71.), allein darunter sind die ersten Zusammensetzungen schon mitbegriffen, wie denn das Horn-, Knochen-, Knorpel-, Sehnengewebe nicht wesentlich vom Zellgewebe verschieden sind, so wie die Gefässfaser von der Muskelfaser. Erwägt man andrerseits die Natur- und Wirkungsart der Elementartheile in beyden Reichen, so zeigt sich eine entschiedene Unähnlichkeit. Das Pflanzenzellgewebe hat mit dem thierischen kaum etwas mehr, als den Namen gemein, welches letzte daher passender mit Bordeu Schleimgewebe genannt wird, und von der Muskelfaser und Nervensubstanz treffen wir keine Spur in der Pflanze an. Es hat zwar A. F. Schweigger eine Aehnlichkeit, wenigstens in der Wirkungsart zwischen den Spiralfasern der Gewächse und den Muskelfasern wahrnehmen wollen und Dutrochet in den reizbaren Pflanzentheilen Zellenreihen gefunden, deren Fähigkeit, sich zu krümmen, er mit der Contractilität der Muskelfasern identisch hält. Sogar die Elemente einer Nervensubstanz hat er in den Kügelchen des Pflanzen-Zellgewebes anzutreffen gemeynt. Agardh nimmt auch bey Pflanzen wie Thieren drey Elementar-Organe an: bey jenen sind es der erhärtete organische Schleim, die Membran und der grüne körnige Färbestoff, bey diesen die obenbenannten. Dem Schleime der Pflanzen soll das Schleimgewebe der Thiere, der Membran der Gewächse, so gemeiniglich zellen- oder röhrenförmig gebildet, die Muscularsubstanz, dem grünen, körnigen Wesen, wovon z. B. bey Chara die Rotation des Saftes abhängt, die Nervensubstanz der Thiere, entsprechen (Allg. Biol. §. 65.). Allein alle diese Vorstellungen führen keine Ueberzeugung mit sich. Erwägt man endlich die Mittel der Vereinigung und Verwachsung dieser Elementartheile in beyden Reichen, so geschiehet sie auf übereinstimmende Weise bloss durch die Natur des Stoffes, aus welchem die Grundtheile selber gebildet sind, d. h. durch die Flüssigkeit und Gerinnbarkeit der organischen Materie. Vermöge dessen kleben sie, so lange sie noch weich

Digitized by Google

und gallertartig sind, bloss zusammen, aber diese Adhärenz geht in dem Maasse, als sie mehr erhärten, in vollständige Verwachsung über.

§. 161.

Ihr verschiedener Antheil an den Systemen und Organen in beyden Reichen.

Betrachtet man die Bildungsart der einzelnen Systeme aus den Elementarorganen, so haben diese daran in beyden Reichen einen sehr verschiedenen Antheil. Bey den Pflanzen hat an der Bildung der Rinde das Zellgewebe den grössten, das Fasergewebe einen geringeren, die Gefässe gar keinen Theil; bloss das Mark ist aus Zellgewebe gebildet; am Holze haben die Fasern den grössten, die Gefässe einen meistentheils geringern, das Zellgewebe den geringsten Theil. Auf ganz ähnliche Art, verhält es sich im Thierreiche und vergleichen wir in dieser Hinsicht drey der vornehmsten Organe des menschlichen Körpers, so finden wir folgendes. Das Gehirn besteht bekanntlich aus einer Rindensubstanz und dem Marke, von denen jene eine solche Menge von Blutgefässen der kleinsten Art enthält, dass Einige geglaubt haben, sie bestehe ganz aus solchen. Dass Mark ist von festerem Bau als die Rinde und es besitzet die Neigung, sich in Linien und Stränge zu gestalten, ohne dass man doch unter dem Microscope etwas anderes darin anträfe, als die eigentliche Nervensubstanz, bestehend aus Kügelchen und durchsichtigen wurmartigen Körpern, welche von einer dickeren Flüssigkeit eingewickelt sind (G. R. Treviranus in Verm. Schr. I. 132.). Im durchschnittenen Hirnmarke zeigen sich die Blutgefässe nur zerstreut und in unbeträchtlicher Grösse. Das Daseyn der lymphatischen Gefässe im Gehirn aber, welche dem Schleim- oder Zellstoffe zunächst angehören, scheint noch zweifelhaft: gewisser fehlen innerhalb der Schädelhöhle die lymphatischen Drüsen, welche allezeit jenen Gefässen zu coexistiren pflegen. Es erhellet hieraus, dass ausser dem Nervenmarke, welches fast allein das Gehirn ausmacht, das Zellgewebe in den Blutgefässen, so wie in der äusseren und inneren Hirnhaut, einen geringen, die Muskelfasern aber gar keinen Antheil an dessen Bildung haben.

Digitized by Google

Das Herz dagegen wird fast ganz aus Muskelfasern gebildet, welche zahlreiche Lagen und Systeme formiren und nicht, wie in den, dem Willen dienenden, Muskeln, parallel und gerade, sondern scheinbar ästig oder auch netzförmig verbunden sind. Zu äusserst mit einer zelligen Haut überzogen, unter welcher seine ernährenden Arterien und Venen sich verbreiten, besitzt es zwar auch Nerven: aber sie sind, in Rücksicht der Grösse des Muskels, überaus klein und begleiten überall nur dessen ernährende Gefässe. Lymphatische Gefässe und Drüsen dagegen kommen am Herzen entweder gar nicht vor, oder ihre Anzahl ist unbedeutend. Ueberhaupt also hat das Zellgewebe an der Bildung des Herzens, im Vergleiche der Muscularsubstanz, einen geringen, die Nervensubstanz aber den geringsten Antheil. In der Leber, diesem grössten von den Eingeweiden der Bauchhöhle, ist der Antheil des Zellgewebes über die andern Elementartheile bey weitem überwiegend. Dieses Organ besteht ganz aus Blutgefässen, welche ein vierfaches System darin bilden, und aus den Gallengängen: sämmtliche Röhren aber, welche selber aus Zellgewebe bestehen, werden wiederum durch Zellgewebe in jenen grossen Körper vereiniget, indem noch äusserst wenige Nerven, aber zahlreiche Lymphgefässe, sich dazu gesellen. Es gehört also dieses grosse Eingeweide fast ganz dem zelligen Elemente an.

§. 162.

Die Vollständigkeit ihrer Zusammensetzung hat Stufen.

Nicht aus allen Elementarorganen sind alle belebte Körper beyder Reiche zusammengesetzt, sondern bey einigen trifft man nur einige derselben an und die Mannigfaltigkeit und Innigkeit der Zusammensetzungen ist es, was die höheren Stufen des Lebens von den niederen in beyden Reichen unterscheidet. Decandolle's Zellenpflanzen enthalten nicht nur keine Gefässe, sondern auch die Zellen sind nur bey einem Theile von ihnen, den Moosen, in ein regelmässiges Gewebe verbunden. Spiralgefässe finden sich erst bey den Farrenkräutern, ein von Markstrahlen durchbrochener Holzring erst bey den Dicotyledonen. In der nemlichen Art sehen wir in

Digitized by Google

den Abstufungen des Thierreichs die Zusammensetzung der Elementarorgane erst nach und nach vollkommener werden. Im durchsichtigen Körper der einfachsten Infusorien ist daher keine Verschiedenheit der Substanz zu bemerken, keine Muskeln oder Nerven, keine Gefässe oder Eingeweide: es ist Alles ein und der nemliche Schleimstoff. In den Polypen lassen sich noch keine Gefässe wahrnehmen, jedoch eine Art von Kreisbewegung, vielleicht von einer, die Stelle des Bluts vertretenden Flüssigkeit (G. R. Treviranus Ges. v. Ersch. I. 254.). In den Strahlenthieren findet sich nach Tiedemann ein besonderer Apparat von Gefässen, worin keine Kreisbewegung, sondern nur ein Hin- und Herströmen der Flüssigkeit Statt haben kann (A. a. O. §. 277.). Bey der Mehrzahl eben dieser Thiere ist von Muskel- und Nervenfäden nichts mit Bestimmtheit und im Allgemeinen wahrzunehmen. J. F. Meckel glaubte in den Seesternen etwas von beyder Art gefunden zu haben (De Asteriarum fabrica f. V. litt. n. o. p.): allein an der Medusa aurita konnte Rosenthal (Zeitschr. f. Physiol. I. 320—22.) so wenig eine Muskelsubstanz entdecken, als den Nerven ähnliche Theile, so dass die Nervenmaterie von der gesammten Körpermasse nicht gesondert zu seyn schien, obwohl diese Thiere sehr empfindlich sind und sich lebhaft zusammenziehen. An mehreren Eingeweidewürmern hat man ein Gefässsystem (Dugés Ann. d. Sc. nat. XXI. t. 2.), aber an vielen derselben bis jetzt nichts gefunden, was sich für Nerven und Muskeln mit Sicherheit annehmen liesse (Tiedem. a. a. O. §. 457. 458.). Bey den Insecten und Mollusken findet man sowohl deutliche Muskel- als Nervensubstanz: allein jene bildet in den Insecten nur getrennte Bündel, diese nur Fäden mit Knoten, worin sie sich theilweise verbinden, ohne in einem Centralorgane, einem Gehirn zusammen zu laufen. Erst in den Wirbelthieren zeigt sich ein Muskel- und Nervensystem ausgebildet und endlich greifen in den höheren Wirbelthieren auch diese auf's Genaueste in einander, so dass das Gehirn mit Blutgefässen, die Blutgefässe wiederum mit Muskelfasern und Nerven versehen sind.

Digitized by Google

§. 163.

Ihre secundaire Vereinigung in beyden Reichen.

Was die secundaire Vereinigung der Elementartheile in Organe betrifft, so zeigt sich hier auf zwiefache Weise eine bedeutende Unähnlichkeit zwischen dem Pflanzenreiche und Thierreiche. Bey den Pflanzen nemlich bilden jene Elemente keine inneren selbstständigen Organe, wenn man nicht Systeme, die in einander greifen, als da sind Faserbündel, Rinde, Holz, uneigentlich so nennen will. Alle aus diesen Systemen zusammengesetzten Organe hingegen, als die Blätter, Blüththeile, Zeugungstheile, befinden sich ausserhalb des Körpers der Pflanze. Im Thierreiche umschliesset die Oberfläche des Thierkörpers, welcher eben so eine Einheit der Form, wie die Pflanze eine Vielheit derselben ausdrückt, und in den höheren Wirbelthieren sogar das Knochengerüste eine Menge von vielfach zusammengesetzten Organen, welche der Ernährung, Respiration u. s. w. dienen, während nur die Organe der Sinne, der Bewegung und der Zeugung nach Aussen hervortreten. Ferner sind bey den Pflanzen die Systemtheile, wie die Organe, entweder einfach oder kreisförmig gestellt, nicht aber gepaart. Der Stengel hat daher eine einfache Markröhre, das Mark strahlende Fortsätze; das Blatt hat gewöhnlich einen einfachen Hauptnerven und steht am Stengel einzeln oder kreisförmig, welcher letzte Stand auch der der sämtlichen Blumentheile ist. In der Zahl der Theilungen des Blattes ist daher bey den Monocotyledonen die Dreyzahl, bey den Dicotyledonen die Fünfzahl vorwaltend und gepaarte Blätter am Stengel kreuzen sich immer mit einiger Abweichung auf die eine oder die andere Seite. Diese Bildung zeigt sich im Thierreiche aber nur auf dessen untersten Stufen. Cuvier's Strahlenthiere, welche die vierte Abtheilung des ganzen Reichs ausmachen (Le regne animal IV.), kommen bey der mannigfaltigsten Bildung darin überein, dass die Theile hier um eine Axe und nach zwey oder mehreren Strahlen oder nach zwey oder mehreren Linien von einem Pole zum andern gestellt sind: so dass, einige Unregelmässigkeiten ungerechnet, man immer diese strahlende Form auf eine oder die andere Weise ausgedrückt, bey dem grössten Theile der Thiere aber auf das Auffallendste darge-

Digitized by Google

stellt findet. Bey den Wirbelthieren dagegen bemerkt man das Einfache oder das Strahlende nur bey den Organen des organischen (vielmehr vegetabilischen) Lebens nach der Eintheilung von Bichat (Sur la vie et la mort 17.). Der ganze Darmkanal, nebst seinen Anhängen, ist einfach: das Nemliche gilt von den Nerven und Blutgefässen, welche zu diesen Theilen gehen, indem sie, wenigstens gilt dieses von den Nerven, eine strahlige Disposition in den Geflechten, welche sie im Unterleibe bilden, beobachten. Im animalischen Leben dagegen, durch dessen Besitz sich das Thier von der Pflanze auszeichnet, ist Alles doppelt. Alle Hirnorgane, alle Nerven der Sinne und der Bewegung, alle Muskeln und so auch alle Extremitäten sind doppelt vorhanden und es bildet sich eine rechte und eine linke Seite, wovon wir bey den Pflanzen und Zoophyten nichts wahrnehmen (G. R. Treviranus Biol. I. 170. 173.).

§. 164.

Ihre weiteren Veränderungen im Pflanzen- und Thierleben.

Was endlich die weiteren Veränderungen betrifft, so die Elementarorgane durch ihre Zusammenfügung in Massen erleiden, so ist auch hierin ein bedeutender Unterschied des Pflanzen- und Thierreiches wahrzunehmen. Bey der Pflanze dienen die nemlichen Elementarorgane nur Einmal dem Lebensprocesse und nur während eines bald kleineren, bald grösseren, aber im Vergleiche mit der Lebensdauer des Ganzen, immer kleinen Zeitraumes. Das Mark fungirt nur im ersten Jahre, Splint und Rinde nur für einige Jahre; in dem Maasse, als mehrere Lagen gebildet werden, geht der Splint in das leblose reife Holz, die Rinde in die leblose äussere Borke über, oder wird abgeworfen. Bey den Thieren verhält es sich durchaus anders. Die nemlichen Nerven, Muskeln, Gefässe, welche gebildet wurden, als das Individuum sein Daseyn erhielt, dienen bis zum Tode, und wenn gleich bey den Polypen und andern Zoophyten unorganische Massen durch den Lebensprocess gebildet werden, wachsen und sich absetzen, so ist doch nicht anzunehmen, dass sie einem Unbrauchbarwerden und Anhäufen der Elementartheile selber ihre Entstehung verdanken.

Digitized by Google

Viertes Buch.

Aufnahme, Bewegung, Verähnlichung des Saftes.

Erstes Capitel.

Bewegung der Pflanzensäfte.

§. 165.

Gründe für eine solche überhaupt.

In den einfachsten cryptogamischen Gewächsen findet keine Fortbewegung der eingesogenen unassimilirten Flüssigkeit Statt. Eine Flechte, ein Tang, ein Moosstengel, trocken geworden und mit dem einen Ende in Wasser gestellt, nehmen dasselbe nur soweit auf, als sie darin eingesenkt sind. Damit übereinstimmend ist der Mangel oder die Verkümmerung der Wurzeln bey ihnen, so wie derjenigen Elementarorgane, welche ausschliesslich zur Fortführung der noch unbelebten Flüssigkeiten bestimmt scheinen, nemlich der Gefässe. Wir müssen daher annehmen, dass hier diejenigen Organe, welche die Flüssigkeit unmittelbar von Aussen aufnehmen, sie auch assimiliren und beleben, oder dass wenigstens die Fortbewegung so langsam geschehe, dass sie unserer Beobachtung entgeht. Desto deutlicher zeigt sich die Anwesenheit einer Saftbewegung in den vollkommener organisirten Pflanzen von den Farrenkräutern an durch das ganze Gebiet der Monocotyledonen und Dicotyledonen. Eine solche, nachdem sie welk geworden und an der Wurzel begossen oder, wenn es ein blosser Zweig ist, mit dem untern Ende in Wasser gestellt ist, wird in kurzer Zeit wieder straff und turgescirend und hinwiederum stirbt die Wurzel eines Sommergewächses, welche doch die Nahrung für die Stengel und Blätter einsaugt, schnell ab, wenn diese Organe von ihr getrennt sind,

Digitized by Google

zum Beweise, dass sie sich nicht selber zu ernähren vermöge. Es tritt hiedurch der Unterschied unter den Organen der Pflanze hervor, dass einige derselben da sind, um das Geschäft der Herbeyschaffung, der Bildung des Nahrungssaftes für die andern, welche dieses nicht können, zu übernehmen; dass demzufolge in einigen die ernährende Flüssigkeit aufgenommen, in andern aber assimilirt wird, um dann, wie das Ganze, so auch jene hinwiederum, zu ernähren. Dieses lässt sich nicht denken, ohne dass die Flüssigkeit eine Bewegung habe von den einsaugenden Organen zu den assimilirenden und von diesen hinwiederum zu den ernährten. Die zwischen diesen Extremen liegenden Organe also werden den Saft theils zuführen, theils zurückführen und, sofern die Pflanze die Werkzeuge für die Aufnahme an ihren unteren, die für die Assimilation an ihrer oberen Extremität besitzt, scheint es der Natur angemessen, eine aufsteigende und eine abwärtsgehende Bewegung der Säfte in den Pflanzen anzunehmen. „Da die Wurzel, sagt Grew (L. c. 17. §. 30.) eine eigenthümliche Art der Bewegung hat, nemlich ein Absteigen, und ein bestimmte Verrichtung, nemlich die, den Stamm mit Saft zu versorgen: so muss der Saft irgendwo in ihr eine aufsteigende und irgendwo eine absteigende Bewegung haben.“ Das Nemliche aber lässt sich von allen übrigen Theilen und Verlängerungen sagen, welche zwischen den Wurzelspitzen und den Blättern liegen. Es soll demnach zuförderst der zuführende oder aufsteigende Fluss des Saftes erwogen werden.

§. 166.

Aufsteigen des Saftes im Holzkörper.

Der Stengel, als das vornehmste vermittelnde Organ zwischen Wurzel und Blatt muss auch der Hauptsitz der aufsteigenden Saftbewegung seyn und zwar kann sie entweder im Marke oder in der Rinde oder im Holze oder in mehreren dieser Systeme oder in allen zugleich, vor sich gehen. Nach der Meynung von Grew (124. §. 3. 125. §. 10.) ist der Sitz des Säfteaufsteigens im Frühjahre der Holzkörper, im Sommer aber die Rinde, welche für dieses Geschäft nun erst neu gebildet worden: im Frühjahre ist daher der Holzkörper

Digitized by Google

voll von Säften, im Sommer aber leer und trocken. J. Ray (H. pl. I. 9.) scheint das Holz mehr ausschliesslich für das Organ des Aufsteigens der Säfte zu halten: er bemerkte, dass Bäume, welche das Phänomen des Thränens zeigen, nur aus dem Holze thränen und eine Stechpalme, wovon ein Ringstück der Rinde von einer Hand Breite mit Entblössung des Holzes genommen war, lebte noch mehrere Jahre. Schon Malpighi hatte bemerkt (Anat. pl. I. 159.), dass Eichen, Weiden und andere Bäume, denen er durch einen horizontalen Schnitt einen Theil der Rinde und des Bastes bis aufs Holz, im ganzen Umfange genommen, nicht ausgingen und er schloss daraus, dass der Nahrungssaft noch einen andern Weg, als durch Bast und Rinde, wie er anfänglich geglaubt, haben müsse. Das Wahre, was diese einfachen Erfahrungen enthüllten, trat wieder in den Schatten durch Verhandlungen, so in der Französischen Academie der Wissenschaften geführt wurden Reneaume (Hist. de l'Ac. d. Sc. d. Paris 1707.) glaubt in der Rinde die Bewegung der Pflanzensäfte überhaupt geschehend, weil zuweilen Bäume ohne alles Holz durch die blosse Rinde fortleben und nicht Wunden des Holzes, wohl aber solche der Rinde, für sie nachtheilig seyen. Parent (Das. 1709 und 1711.) führte dagegen an, dass Bäume fortleben, denen man die Rinde ganz oder theilweise genommen, dass einige die ihrige zu Zeiten abwerfen und eine andere bekommen, die nicht geschickt sey, den Baum zu ernähren. Er glaubt daher, und darin stimmt Magnol mit ihm überein, dass das Mark und das von ihm hervorgebrachte Holz dieses bewirke, da es bey einigen Bäumen einen beträchtlichen Umfang habe, da die Aeste an den Knoten Ursprung und Nahrung aus ihm bekommen u. s. w.; eine Meynung, die keine weitere Widerlegung verdient, da die Betrachtung des Marks jeder Pflanze zeigt, dass dasselbe nur in der ersten Zeit seiner Existenz mit Säften gefüllt, späterhin aber stets trocken und leblos sey. Duhamel (Ph. d. arb. II. 292.) glaubt die Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten geeignet zur Ausmittlung des Weges der aufsteigenden Säfte. Magnol hatte zuerst versucht, (Hist. d. l'Ac. 1709.) gefärbte Flüssigkeiten in lebende Gewächse einsteigen zu lassen, Delabaisse und Bonnet aber gezeigt, dass

Digitized by Google

dieses nur in den holzigen Theilen der Gewächse, also in den Bäumen und Sträuchern nur durch den Holzkörper, vor sich gehe, was Duhamels Versuche bestätigten. Indessen beziehet dieser dabey sich mit Recht auch auf die unmittelbare Wahrnehmung, dass der Saft aus dem Holze z. B. beym Zuckerahorn fliesst, wenn man es einschneidet (L. c. II. 299.). Er versuchte dem Safte diesen Weg ganz zu benehmen, indem er den Holzkörper eines Bäumchens durchsägte, nachdem ein Lappen der Rinde auf die Seite gebogen war, der nach jener Operation wieder in seine vorige Lage gebracht ward. Aber dieses Experiment, wie oft wiederholt, hatte immer den Tod des Individuum zur Folge. Ich habe davon den nemlichen Erfolg beobachtet und den Versuch insofern abgeändert, dass ich vor dem Blätterausbruche von abgeschnittenen Erlen-, Pappel- und Weidenzweigen die Schnittfläche der einen mit einem wasserdichten Kitte aus Leinöl und Bleyglätte überzog, die der andern aber nicht und dann beyde Arten mit dem abgeschnittenen Ende in Wasser stellte; was den Erfolg hatte, dass die ersten unentwickelt starben, obschon ihre Rinde immer Nahrung aus dem Wasser hatte ziehen können, die andern aber zur gehörigen Zeit ausschlugen und sich mit Blättern bedeckten (M. Beytr. 39.). Es sind daher seit Duhamel und Bonnet die Physiologen ziemlich übereinstimmend in Betreff des Aufsteigens der Nahrungsflüssigkeit durch den Holzkörper, und es möge genügen, von ihnen nur Vanmarum, H. D. und J. P. Moldenhawer, T. A. Knight und Decandolle zu nennen. Fassen wir ihre Gründe zusammen, so sind es: ungehindertes Belauben von Stämmen bey unterbrochener Rinde, schnelles Verdorren derselben bey unterbrochenem Holzkörper aber ununterbrochener Rinde, Aufsteigen gefärbter Flüssigkeiten im Holze, Feuchtwerden und Thränen der Holzsubstanz, so von unten nach oben fortschreitet; und in der That dürfte gegen die Beweiskraft dieser Gründe nichts Erhebliches einzuwenden seyn. Es gilt jedoch die gedachte Art des Aufsteigens nicht bloss von den holzbildenden Gewächsen, sondern auch von Kräutern, nicht bloss von der Holzmasse der Dicotyledonen, sondern auch von den vereinzelten Holzbündeln der Monoco-

Digitized by Google

tyledonen. An einer Goldlackstaude z. B. bemerkte H. D. Moldenhawer (De vas. pl. 30.) eine ungeschwächte Vegetation bis zur Fruchtbildung, wenn er im May die ganze Rinde bis auf die Holzbündel so durchschnitten hatte, dass alle Rindenverbindung zwischen den oberen und den unteren Theilen der Pflanze völlig aufgehoben war.

§. 167.

Und zwar in den äusseren Splintlagen.

Es kann weiter gefragt werden: Ob dieses Aufsteigen des Saftes bey Dicotyledonen im ganzen Holze oder nur in einem Theile desselben vor sich gehe. Wo die Holzsubstanz beträchtlich dick ist, muss, wie ich glaube, das Letzte statuirt und angenommen werden, dass die Splintlagen, besonders die äusseren, es vorzugsweise sind, welche den Saft führen. Wo grössere Aeste von Nussbäumen abgesägt worden, sah ich die Schnittfläche im Frühjahre anfänglich nur aus den äusseren Splintlagen Saft ergiessen, während die inneren Schichten, im Durchmesser von einem Zoll und darüber, völlig trocken blieben. Aehnliches ist von Anderen beobachtet worden. „Drücket man, sagt Grew (A. a. O. 124. §. 4.), im Frühjahre an einem abgeschnittenen Weidenzweige von zwey bis drey Jahren das Ende von der Rindenseite her stark mit einem Messerrücken, so siehet man den Saft deutlich aus dem äussersten Holzringe und, wenn man den Druck verstärket, auch aus den übrigen bis zum Mittelpuncte treten.“ Vanmarum bemerkte an mehrjährigen Zweigen, so gefärbte Flüssigkeiten eingesogen hatten, dass die äusserste Lage am meisten, die zweyte weniger, die dritte fast gar nicht tingirt war (De motu fluidor. in plantis §. 30.). „Weder die jüngsten Rindengefässe, sagt H. D. Moldenhawer, noch die des vollkommenen Holzes, dienen zu Wegen für den Nahrungssaft: denn in allen meinen Versuchen nahmen sie keine gefärbten Flüssigkeiten auf, welche dagegen von den Gefässen des Bastes und des äussersten Holzkreises begierig eingesogen wurden“ (L. c. §. 42.). Auch T. A. Knight beobachtete in einigen Fällen, dass, wenn der Splint durchschnitten war, kein Aufsteigen des Saftes vor sich ging (M.

Digitized by Google

Beytr. 125.). Sind es aber gleich die äussersten Splintlagen, welche dem Saft vorzugsweise zum Durchgange dienen, so sind sie es doch nicht allein. Dieses lehrt die Fortdauer des Thränens an Birkenzweigen, denen ich diese Lagen genommen hatte (M. Beytr. 38.). Es mag daher Umstände geben, unter welchen die Holzlagen, so eine beträchtliche Tiefe einnehmen, noch Saft führen. Coulomb*) liess in Pappeln im ersten Frühjahre mit einem Bohrer oder einer Axt Wunden anbringen und sah, erst wenn diese bis zum Mittelpuncte eingedrungen, das Instrument benässt herauskommen. Er hörte dann im Innern des Baumes ein Gesumme und sah aus der Wunde Wasser mit Luft vermischt fliessen (Mem. de l'Inst. nat. de Fr. II.). Mirbel (Expos. 284.) wiederholte diese Erfahrung mit Erfolg im August an einer völlig gesunden Rüster von mehr als drey Fuss Dicke. Sobald der Einschnitt gemacht war, floss der Saft mit Geräusch und unter Entbindung vieler Luftblasen aus grossen Gefässen in der Nähe der Axe des Baumes. Allein Pollini (Elem. di Bot. I. 282.) erhielt bey Wiederholung des Versuchs von Coulomb ein etwas anderes Resultat, indem aus allen Theilen des Holzkörpers Wasser mit Luft vermischt drang. Er glaubt daher mit Recht, dass das Resultat in der Beobachtung von Coulomb irgend einem besonderen, durch weitere Versuche aufzuklärenden, Umstande zugeschrieben werden müsse. Auch nach T. A. Knight (On the office of the heart wood of trees: Phil. Trans. 1818. 137.) steigt der Saft zwar nicht im Kernholze der Bäume auf: wohl aber wird dasselbe von dem aufsteigenden Safte, der seitwärts einen Ausweg sucht, durchdrungen und giebt die Materie für das Wachsthum in der darauf folgenden Vegetations-Periode her.

§. 168.

Organe des Aufsteigens.

Unter den verschiedenen Elementarorganen, woraus der

*) Mirbel (Expos. 284.), A. Richard (Elemens 5. ed. 210.) und Agardh (Biol. 72.) nennen ihn mit Unrecht Coulon, wodurch er leicht mit dem Holländischen Physiker J. V. Coulon verwechselt werden kann.

Digitized by Google

Holzkörper besteht, sind es nach Malpighi die fibrösen Röhren, worin der Saft aufsteigt, indem er ausser denen des Holzes auch die der Rinde dazu geeignet hält (Opp. I. 22. 23.). Nach Grew hingegen sind solches im Frühjahre die grossen Gefässe des Holzes (Anat. of pl. 125. §. 10.), im Sommer aber die fibrösen Röhren der Rinde, indem diese im Frühjahre erst entstehen, so dass, nachdem sie ausgebildet, der Saft in sie als seine eigentlichen Behälter sich begiebt, und seinen nothgedrungenen Weg, die Gefässe, wieder verlässt, die von da an blosse Luft führen. Am entschiedensten aber und mit dem meisten Grunde, wie es scheint, erklärte sich Reichel (De vas. plant. spir.) für die aufsteigende Saftbewegung durch die Spiralgefässe, nachdem es ihm gelungen war, die Aufnahme gefärbter Flüssigkeiten durch sie darzuthun. Auch Duhamel, der zuerst sich zweifelhaft ausgesprochen hatte, (Phys. d. arbr. I. 43. II. 292.) trat später (Des semis; Append.) nach erlangter Kenntniss von den Versuchen Reichels der Meynung desselben völlig bey. Hinwiederum erklärte sich Hedwig (de fibr. veg. ortu.) für die Ansicht Malpighi's mit der Abänderung, dass er die Spiralfiber für eine gewundene Art fibröser Röhren, folglich, mit Ausschluss des von ihren Windungen eingeschlossenen Luftcanals, ebenfalls für Leiter des aufsteigenden Saftes hält; welche Meynung Link mit wenigen Modificationen theilt (Elem. §. 68.). T. A. Knight lässt den rohen Saft in den Gefässen des Splints sich bewegen, von ihnen aber die Centralgefässe (Spiralgefässe) solchen aufnehmen und den Blättern und Zweigen zuführen (M. Beytr. 128.); später hat jedoch Knight diese Meynung geändert, so dass er nun das Zellgewebe der Markstrahlen dem aufsteigenden Safte zum Leiter dienen lässt (Das. 253. u. f.). Nach Decandolle (Ph. veg. I. 83.) soll das Aufsteigen der Säfte im Holzkörper weder durch die Gefässe, noch durch die fibrösen Röhren, sondern allein durch Intercellulargänge vor sich gehen. Mit der Fortbewegung durch Gefässe hält Decandolle es streitend einestheils, dass derselbe auch in Zellenpflanzen (Cryptogamen) sich bewege, die deren doch nicht besitzen, anderntheils dass er nicht bloss grade fort, sondern auch seitwärts sei-

Digitized by Google

nen Weg nehme, was nur durch die Intercellulargänge Statt haben könne.

§. 169.

Nur die Gefässe können es seyn.

Vergleicht man diese verschiedenen Meynungen mit dem, was die Beobachtung ergiebt, so ist von allen Elementartheilen des Holzkörpers das Zellgewebe wohl am wenigsten zu dem geeignet, was es hier leisten soll. Die dünnen Blätter, welche es in Form der Markstrahlen bildet, erstrecken sich wagerecht zwar durch den ganzen Holzkörper, aber ihre senkrechte Ausdehnung ist äusserst gering. Die Spalten des Holzkörpers, worin sie liegen, schliessen sich über und unter ihnen vollkommen wieder und sie stehen daher in keiner Art von Verbindung nach der Länge des Stammes. Ihre Zellen hangen ebenfalls in horizontalen Reihen zusammen und die nemliche Richtung nehmen auch, wo sie ohne Unterbrechung gehen, die Intercellulargänge; sie können daher so wenig, wie die Zellen, den rohen Säften zum Durchgange dienen. Wollte man aber die unbedeutenden Lagen zelliger Substanz zwischen den Holzringen damit beauftragen, so erscheint diese für eine so bedeutende Verrichtung völlig unzureichend. Was endlich vollends jenem Gedanken Raum zu geben hindert, ist, dass das Zellgewebe überhaupt, so viel wir wissen, abgerechnet das der Wurzelenden, keine rohen Säfte aufnimmt. Eben so wenig sind die fibrösen Röhren geeignet, solchen den Durchgang zu gewähren. Nur so lange man sie als ununterbrochene Canäle ansah, oder die Unterbrechungen, welche sie durch ihre Schlauchform haben, als kein Hinderniss der Communication unter ihnen betrachtete, konnte man ihnen jenes Geschäft zutheilen. Allein ihre Höhle, die ohnedies eine geringe Capacität hat, ist wirklich an beyden Extremitäten geschlossen, wovon man sich leicht durch das Microscop überzeugt und wenn hier daher ein Saftübergang Statt findet, so kann er jedenfalls nur sehr langsam seyn. Gänge zwischen diesen Schläuchen der Länge nach existiren meines Dafürhaltens nicht. Es bleibt also nur übrig, den Gefässen jenes Geschäft zuzuerkennen und erwägt man die Ausdehnung dieser

Digitized by Google

Elementartheile, welche sich ununterbrochen von den einsaugenden Organen der Würzelchen bis in die zartesten Theile des Krautes, der Blüthe und der Frucht erstrecken, ihre Capacität, welche die von sämmtlichen übrigen Elementartheilen übertrifft, ihr Vermögen, sich mit gefärbten Flüssigkeiten zu füllen, welches vom Leben abhängig ist: so erscheint als das Glaublichste, dass in ihnen das Aufsteigen der ernährenden Flüssigkeit vor sich gehe. In den gefässlosen Flechten, Wasseralgen und Moosen findet daher wirklich kein solches Statt und aus was für einem Grunde der Bau der Gefässe eine Seitenbewegung des Saftes nicht zulassen sollte, wie Decandolle dafür hält, ist nicht einzusehen. Es sind daher unter den Neuern auch Rudolphi, Mirbel, H. D. und J. P. Moldenhawer der Ansicht beygetreten, dass durch sie der erste Nahrungssaft erhoben werde.

§. 170.

Menge des aufsteigenden Safts.

Wenn gleich der Holzkörper im lebenden Gewächse immer Feuchtigkeit enthält, so ist deren Menge doch zu der Zeit, wo das Aufsteigen des Nahrungssaftes von Statten geht, so wie in den äusseren Holzlagen, bedeutend grösser. Es ist demselben dann bald eine grössere, bald eine geringere Menge Wassers beygemischt; was zwar für das Ernährungsgeschäft selber gleichgültig zu seyn scheint, jedoch für die Pflanzenart selber bleibend und characteristisch ist. Bey den meisten Baumarten findet man daher ein blosses Feuchtwerden des Holzes, bey einigen hingegen dringt aus Wunden desselben eine solche Menge Safts aus, dass er tropfenweiss abfliesst. Von solchen nennt Ray (Hist. pl. I. 8.) Birke, Weinstock, den grossen und kleinen Ahorn (Acer Pseudoplatanus, A. campestre), Nussbaum, Haynbuche, Weide. An der letztgenannten Holzart jedoch habe ich dergleichen nie wahrgenommen, wohl aber an Cornelkirschen; auch an Erlenstämmen, so im Winter dicht über der Erde abgehauen sind, pflegt im Frühjahre der von der Wurzel aufgestiegene wässrige Saft an vertieften Stellen der Trennungsfläche sich zu sammeln. Bey den erstgenannten Bäumen ist die Menge der Flüssigkeit, wel-

Digitized by Google

che nach und nach aus Wunden des Holzes hervordringt, ausserordentlich gross. Nach Evelyn soll eine im Anfange Frühjahrs angebohrte Birke in 12 bis 14 Tagen mehr Lymphe geben, als der ganze Baum mit Aesten und Wurzeln wiegt (Sylva 80.). Ein vollwüchsiger Acer Pseudoplatanus giebt täglich 7 bis 10 Quartier Saft (Duroi wilde Baumzucht her. v. Pott. I. 10.). Aehnlich verhält es sich mit dem Weinstocke. Auch tropische perennirende Stämme geben aus ihren holzigen Theilen eine Menge wässerigen Saftes. So aus der Abtheilung der Dicotyledonen Omphalea diandra, Thoa urens, Tetracera potatoria. Nach Fermin (Descr. de Surinam I. 195.) geben einige nicht genannte Schlingpflanzen von Guyana, wenn man den Stamm einen Fuss hoch über der Erde abschneidet, ein reines, auch beym Sonnenbrande durchaus kühles, Wasser in solcher Menge von sich, dass, in Ermanglung von anderem Trinkwasser, man sich desselben zur Stillung des Durstes bedienen kann. Von Monocotyledonen zeichnen sich der Pisang, die Cocospalme und andere Palmen in dieser Hinsicht aus. Aus den Blattstielen vom Pisang tröpfelt, wenn man sie abgebrochen, ein häufiges fast geschmackloses Wasser und Rumph erzählt (Herb. Amboin. V. 135.), dass man in Indien bey Feuersbrünsten Pisangstämme mit den Blättern ins Feuer werfe, welches die Blätter durch ihre Kälte, so wie durch die grosse Menge Safts, welche sie von sich geben, auslöschen. Aus der Cocospalme erhält man, wenn man die Knospe durchschneidet, den sitzengebliebenen Theil umlegt und mit einem Gefässe in Verbindung setzt, eine Flüssigkeit, klar wie Wasser, und von einem süsslichen Geschmacke, in solcher Menge, dass, wenn das Gefäss zwey Kannen hält, es in 24 Stunden zweymal davon voll wird (Rumph. l. c. I. 5.).

§. 171.

Kraft des Aufsteigens.

Die Kraft und Geschwindigkeit womit die rohe Nahrungsflüssigkeit fortbewegt wird, muss, so weit der Bau und die Capacität der Organe einen Einfluss darauf haben können, verschieden seyn nach der Quantität des Fluidi, nach der Aus-

Digitized by Google

dehnung der Pflanze in die Länge und nach der Feinheit ihrer Röhren. Hales versuchte die Grösse dieser Kraft im Weinstocke zur Thränzeit zu bestimmen (Veget. Stat. Ch. III.). An einem Abschnitte, welcher sieben Fuss über der Erde an einer Weinrebe von 3/4 Zoll Dicke gemacht worden war, befestigte Hales drey Glasröhren von 1/4 Zolles Dicke, eine über der andern, bis zu einer perpendiculairen Höhe von 25 Fuss. Der Saft, welcher aus dem Stumpfe in die Röhren zur Thränzeit sich ergoss, stieg darin nach und nach, bis er eine Höhe von 21 Fuss erreichte. Ein andermal befestigte Hales an das Ende einer Rebe, so zwey Fuss neun Zoll über der Erde, wo sie 7/8 Zoll Durchmesser hatte, verstutzt worden war, eine zweymal gebogene Glasröhre, in deren aufsteigendem verlängertem Schenkel eine Portion Quecksilber sich in Continuität befand mit der Oberfläche des Abschnittes *). Der nach und nach ausfliessende Saft trieb das Quecksilber in dem aufsteigenden Schenkel bis auf 32 1/2 Zoll, ja bis auf 38 Zoll in die Höhe, welche Kraft dem Drucke einer Wassersäule von 36 Fuss 5 1/3 Zoll und von 43 Fuss 3 1/3 Zoll gleich zu achten ist. In einer Entfernung von 44 1/4 Fuss von der Wurzel bewegte der Saft sich noch mit einer Kraft, welche Hales gleich dem Drucke einer Wassersäule von beynahe 31 Fuss Höhe schätzte (Veg. Stat. 116.). Gleichzeitige Versuche an Thieren gaben auch das Resultat, dass diese Kraft fünfmal grösser war, als die des Blutes in der grossen Schenkelarterie eines Pferdes, siebenmal grösser, als in der nemlichen Arterie eines Hundes und achtmal grösser, als in der einer Dammhirschkuh (A. a. O. 114.). Ausserhalb der Thränzeit aber war nichts davon zu bemerken: dann zog vielmehr der Stamm eine ihm dargebotene Flüssigkeit in sich. Chevreul und Mirbel (Elem. I. 198.) wiederhohlten jene Versuche von Hales mit vollkommnem Erfolge: sie sahen den Saft der gestutzten Weinrebe dabey während mehrerer Tage

*) Mirbel (Elémens I. 198.) schreibt nicht ganz genau: die Dicke des Stämmchens habe 7 bis 8 Linien betragen und A. Richard (Nouv. Elém. 207.) hat diese irrige Angabe wiederhohlt.

Digitized by Google

das Quecksilber auf mehr als 29 Zoll hinauftreiben. Sollte diese Kraft zu gross erscheinen gegen jene, womit die Blutbewegung in den warmblutigen Thieren vor sich geht: so ist zu erwägen, dass sie das Resultat von einer sehr grossen Menge kleiner Wirkungen ist. Denn so wie das physische Einsaugungsvermögen überhaupt in dem Maasse sich verstärkt, als die Zwischenräume des einsaugenden Körpers kleiner werden (Duham. Phys. II. 236.), so muss auch jene Anziehungskraft gegen Flüssigkeiten, welche eine Wirkung des Lebens ist, in dem Maasse sich verstärken, als die Canäle kleiner werden und sich vervielfältigen. Indessen ist auf Rechnungen, wie die obigen, um die Stärke dieser Kraft in Zahlen und Gleichungen auszudrücken, nicht viel Gewicht zu legen, da die Umstände das Resultat so sehr abändern müssen. Das Nemliche gilt von denen über die Geschwindigkeit, womit der Saft in Bäumen steigt. Nach den Versuchen von Walker brauchte er einmal 43 Tage, um sich zu einer Höhe von 20 Fuss zu erheben: in einem andern Jahre durchlief er diesen Raum in 33 Tagen (Transact. R. Soc. Edinb. I.). In den Versuchen von Sprengel an einem Ahornbaum, dessen Stamm einen Schuh Durchmesser hatte, erhob sich der Saft darin vom 27. Februar bis zum 3. März bey gelindem Froste von der Höhe von 3 Schuh bis zu der von 8 1/2 Schuh (V. Bau 435.). Es ist begreiflich, dass das Resultat hier von dem Alter des Baumes, seiner Exposition, seinem Gesundheitszustande, dem Barometer- und Thermometerstande und andern Einflüssen sehr abhängig seyn müsse.

§. 172.

Abänderungen in der Richtung der Saftbewegung.

Nicht bloss in gerader Richtung sondern auch seitwärts wird der aufsteigende Saft fortbewegt. J. Ray (Hist. pl. I. 9.) practicirte mit einer Säge zwey tiefe Einschnitte in einen Birkenstamm und nahm das Holz zwischen solchen heraus: worauf das Thränen nicht bloss aus der unteren, sondern auch aus der oberen Schnittfläche fortdauerte, was nur vermöge einer Seitenbewegung des Saftes möglich war. Ich

Digitized by Google

habe diesen Versuch mehrmals wiederhohlt und immer das nemliche Resultat erhalten (M. Beytr. 36.). Eben so verhalten sich Bäume, welche nicht dem Thränen unterworfen sind. Hales machte an einer, im Safte befindlichen, Rüster zwey Quereinschnitte mit Wegnahme von Substanz bis aufs Mark in der Art, dass sich solche an verschiedenen Seiten des Stammes in einiger Entfernung von einander befanden: ohne dass durch diese Unterbrechung sämtlicher Gefässe das Aufsteigen des Saftes und die Belaubung gehindert worden wären (A. a. O. 133. T. 12. f. 26.). Duhamel machte ganz übereinstimmende Erfahrungen und er schliesst daraus, dass der aufsteigende Saft zwar vorzugsweise der graden Richtung folge, jedoch durch Umstände genöthiget werden könne, eine Seitenrichtung einzuschlagen, wie das Blut in einer Arterie, wenn der Hauptstamm unterbunden ist (Phys. II. 294.). Ferner senkte Hales von mehreren zweytheiligen Aesten den einen der Nebenzweige umgekehrt mit den Blättern in ein Gefäss mit Wasser, während der andere frey heraushing. Dennoch fuhr dieser fort zu grünen: er musste also seinen Nahrungssaft durch eine umgekehrte Wirkung der Gefässe des andern Nebenzweiges, so wie durch Anastomose dieser Gefässe mit den seinigen erhalten haben (A. a. O. F. 25.). Vanmarum wiederhohlte auch diesen Versuch vielmals mit gleichem Erfolge (L. c. §. 33.). Zu dieser Seitenbewegung scheint es keiner besondern Canäle oder Oeffnungen zu bedürfen: der Saft durchdringt vielmehr die ganze Holzsubstanz und kömmt da zum Vorschein, wo er keinen Widerstand mehr findet. Andrerseits kann es, bey nicht gleichförmig vertheiltem Safte, geschehen, dass sich solcher in einem Theile des Holzkörpers befindet, während ein anderer davon entblösst ist. Beym Anfange des Thränens zeigt derselbe sich nur im untern Theile des Baumes, nicht im oberen: umgekehrt ist er gegen das Ende der Thränzeit nur noch in diesem anzutreffen, in jenem nicht mehr (Knight in m. Beytr. 257.). Auch geht das Steigen des Saftes keinesweges anhaltend und ununterbrochen vor sich, sondern es treten Perioden ein, wo der Baum oder Zweige desselben aus angebrachten Wunden nicht mehr thränen. Man sagt in

Digitized by Google

solchem Falle, dass der Saft wieder zurücktrete. Auch zeigt ein Versuch von Hales die Möglichkeit, dass der aufsteigende Saft eine rückgängige Bewegung in seinen Gefässen machen könne. Indessen lässt sich bezweifeln, ob solche auch im unverletzten Zustande einzutreten pflege. Wenn daher Bäume, nachdem sie aus einer Wunde zu thränen angefangen, zuweilen plötzlich wieder damit aufhören und nicht etwa eine Verschliessung der Wunde die Ursache davon ist, so scheint ein Nachlass in der Kraft des Aufsteigens, wobey der aufgestiegene Saft schnell in einen luftförmigen Zustand übergeht, diesen Erfolg hinreichend zu erklären.

§. 173.

Entfernte Ursachen.

Um die nächsten Ursachen der aufsteigenden Saftbewegung auszumitteln, müssen zuförderst die entfernteren erwogen werden, welche ihn beschleunigen und verstärken und in deren Abwesenheit er folglich zurückgehalten und geschwächt wird. Diese sind vor Allem das Licht und die Wärme, diese beyden Hauptreizmittel des Pflanzenlebens. Hales beobachtete, dass das Aufsteigen des Safts im Weinstocke stärker vor sich ging, wenn die Sonne auf den Stock schien und dass es nachliess, wenn sie von Wolken verschleyert ward. Von drey Rebenzweigen blutete am ehesten der nach Osten gewandte, dann der nach Süden, hierauf der nach Westen gekehrte und in der nemlichen Ordnung hörten sie auch wieder auf zu bluten (Veg. Stat. 123.). Duhamel sagt: im Ahorne steige, wenn die Sonne darauf scheine, der Saft an der beschienenen Hälfte des Stammes, nicht aber an der andern, auf (Phys. II. 258.). Decandolle (Phys. veg. I. 93.) machte wiederhohlt die Erfahrung, dass von zwey beblätterten Pflanzen, deren die eine im Lichte des hellen Tages oder der Sonne oder von mehreren Lampen, die andern in völliger Dunkelheit, bey übrigens gleichen Umständen, sich befand, die erste beträchtlich mehr Wasser, als die letzte, in sich sog. Auch Vanmarum bemerkte am Weinstocke bey Tage ein lebhafteres Steigen des Saftes, als zur Nachtzeit (L. c. §. 43). Indessen scheint eine Erfahrung von Labillardière und eine andere von Mir-

Digitized by Google

bei diesem zu widersprechen, indem diese zur Nachtzeit eine stärkere Bewegung des Saftes beobachteten (Decand. l. c. 94.). Entschiedener ist der Einfluss der Wärme beym Aufsteigen desselben und sie giebt gewiss einen Hauptantrieb zur Erneuerung dieses Vorgangs im Frühjahre her (Dec. l. c. 93.). Zu dieser Zeit nemlich, wo die Pflanze vermöge anhaltend erniedrigter Temperatur eine sehr verstärkte Empfindlichkeit auch für eine geringe Erhöhung der Wärme hat, kann der Eintritt derselben auch die Rückkehr der Saftbewegung leicht bewirken. Warme regnige Witterung daher nach vorhergegangner trockner Kälte bewirkt ein sehr lebhaftes Steigen des Saftes, das Umgekehrte eine unmittelbare Verminderung des Aufsteigens (Hales a. a. O. 126.). Ahornbäume thränen am stärksten bey Thauwetter, welches einem starken Froste folgt (Duh. l. c. II. 258.). Von zwey gleich grossen und gesunden Birken sah ich das Bluten immer später bey der eintreten, welche der Kälte und dem Winde ausgesetzt war (M. Beytr. 36.). Wenn J. Ray (H. pl. I. 10.) aus der Beobachtung, dass Ahornbäume am heftigsten thränen, wenn ein starker Frost nachlässt, den Schluss zieht, dass die Kälte einen häufigeren Ausfluss des Saftes bewirke: so scheint sie solches doch nur mittelbar zu thun, nemlich insofern sie eine Erhöhung der Reizbarkeit veranlasst, welche empfänglich macht für die Einwirkung auch einer geringen Erhöhung der Temperatur. Besonders aber giebt für den Antheil der Wärme bey diesem Vorgange Zeugniss die Erfahrung von Duhamel (Phys. II. 278.) Knight (M. Beytr. 120.) und Decandolle (L. c. 92.), wo ein ins Treibhaus geleiteter Zweig eines Weinstockes, dessen Stamm sich ausser demselben befand, in der rauhesten Jahreszeit sich mit Blättern und Blüthen bedeckte. Indessen scheint es, als müsste der Wärmegrad hierbey ein bestimmter seyn, über welchem das Gegentheil eintritt. In der Thränzeit des Weinstockes stieg in Hales Versuchen der Saft am stärksten auf von Sonnenaufgang bis 9 oder 10 Uhr Vormittags, dann sank er, wenn die Sonne heiss schien, zurück: nicht aber oder später geschah dieses, wenn der Morgen feucht und neblig war (A. a. O. 116.). Vermuthlich ist der Wärmegrad, wobey der Saft steigt, ein ver-

Digitized by Google

schiedener für die verschiedenen Gewächse und dieser eine der bestimmenden Ursachen für den Eintritt und die Fortdauer des Aufsteigens. Sobald die Blätter entwickelt, wirken Licht und Wärme auch mittelbar, nemlich durch Erregung der Verdunstung und daher nimmt von zwey gleich grossen, mit der Schnittfläche in Wasser gestellten, Zweigen derjenige, dem seine Blätter genommen worden, weit weniger davon, als der andere, dem man solche gelassen, in sich auf (Vanmarum l. c. §. 42.). Dass auch ein verschiedener Druck der Atmosphäre zum schnelleren oder langsameren Flusse der Lymphe etwas beytrage, findet Vanmarum nach seinen Beobachtungen nicht glaublich: Hales jedoch ist der entgegengesetzten Meynung und, nach dem bedeutenden Einflusse zu urtheilen, den dieser Druck auf die Ausdunstung der Blätter ausübt, ist auch an einem Einflusse auf die Bewegung des Saftes kaum zu zweifeln. Eine feuchte Witterung befördert das Wachsthum von Wassergewächsen fast eben so sehr, als das von Landpflanzen, was nur auf jene Art zu erklären seyn dürfte (Duham. l. c. II. 271. 275.).

§. 174.

Einfluss von Alter und Periodicität.

Aber auch andere, ihrer Natur nach zum Theil uns unbekannte Ursachen wirken auf den Eintritt und die Fortdauer des Saftsteigens ein. Ueberhaupt genommen thränen grössere und ältere Bäume immer zeitiger, als kleinere und jüngere (Ray H. pl. I. 9.) und so wiederum hört der Saft eher zu fliessen auf in den älteren Zweigen (Hales a. a. O. 116.). Allein öfters siehet man, dass einige Bäume eher thränen, als andere von der nemlichen Art und vom nemlichen Alter, und so auch bemerkt man in den verschiedenen Zweigen eines Individui eine verschiedene Kraft des Aufsteigens, ohne dass sich eine Ursache davon angeben liesse. Wichtig ist der Einfluss der Periodicität, wie bey vielen andern organischen Vorgängen. Beym grössern Ahorn scheint dieses weniger der Fall zu seyn, denn dieser thränt gleich vor dem Falle der Blätter im Herbste durch den ganzen Winter so oft eine gelindere Temperatur eintritt (Raj. H. I. 10.): aber Nussbaum, Birken

Digitized by Google

und der Weinstock binden sich darin mehr an eine bestimmte Zeit, welche jedoch durch Clima und geographische Breite bestimmt wird. Im nördlichen Deutschlande sah ich die Birken zwischen dem 10. und 15. März anfangen zu bluten: in der Rheingegend geschah dieses, so wie beym Nussbaume, schon in der ersten Hälfte Februars. In England fängt der Weinstock an zu thränen um den 10. März und dieses Thränen hört auf gegen Ausgang Aprils (Hales a. a. O. 126.). In Holland hingegen, bey Leiden nemlich, fängt das Bluten beym Weinstocke erst zwischen dem 7. und 13. April an (Vanmarum a. a. O. §. 43.). Doch kommt es hier ohne Zweifel sehr auf das frühere oder spätere Eintreten des Frühlings an, welches, nach den Beobachtungen von Duhamel, in der Blüthezeit der Frühlingskräuter und der Bäume bey Paris einen Unterschied von zwey Monaten macht (L. c. II. 267.). T. A. Knight bemerkte (M. Beytr. 113.) dass ein Pfirsichbaum durch künstliche Wärme eines Hauses zu einer sehr frühzeitigen Entwicklung von Blättern und Blumen veranlasst, im Jahre darauf ausser dem Treibhause um die nemliche Zeit wieder Anstalten zur Entfaltung seiner Blüthen machte und solche unvermeidlicher Zerstörung aussetzte, wenn man ihn nicht sorgfaltig schützte. Ob auch der sogenannte Augustsaft der Bäume als ein Phänomen der Periodicität zu betrachten sey, wird noch gezweifelt. Manche Bäume nemlich, nachdem sie von Mitte July's an einen Stillstand des Wachsthums gemacht, geben um die Mitte Augusts Zeichen eines erneuerten Saftsteigens. Die Rinde, welche seit dem Blätterausbruche dem Holze fest adhärirt hatte, sondert sich nun wieder eben so leicht, als im Frühjahre und die Knospen, deren Wachsthum still gestanden, machen Productionen (Duham. Phys. II. 261.). Saussure glaubte, dieses Phänomen rühre nicht von einer äusseren, sondern von einer inneren Ursache her und sey eine Folge fortschreitender Entwicklung (Seneb. Phys. veg. IV. 110.). Vaucher hingegen ist der Meynung, dass eine Anlage dazu zwar überhaupt bestehe, aber selten das Phänomen hervorbringe, wenn nicht eine äussere Ursache hinzukomme d. i. eine solche, welche die Vegetation wieder verstärke, nachdem solche eine geraume Zeit lang gehemmt

Digitized by Google

gewesen, z. B. Regen, nachdem die Blätter durch anhaltende Hitze und Dürre, durch Raupenfrass, Schlossen, Beschneiden der Zweige u. s. w. dem Baume genommen worden (Mém. sur la seve d'Août; Mém. d. l. Soc. de Phys. de Genève I.). Aber es scheint, dass schon die Dauer des Stillstandes, in Verbindung mit dem Nachlasse der Wärme und der Ausdünstung, das Phänomen erklären könne. Wichtig wäre, zu wissen, wie der aufsteigende Saft hiebey seine Gegenwart äussere: wenigstens können Bäume, die im Frühjahre thränen, nicht genöthiget werden, im August es zum zweytenmale zu thun, nach einer Beobachtung von Senebier am Weinstocke (L. c. 107.). Uebrigens sind diesem Intermittiren und Wiedererscheinen des Saftaufsteigens nur ausdauernde, holzbildende Stengel unterworfen: in krautartigen, jährigen, die immerfort bis zur Blüthe, wiewohl mit verschiedener Geschwindigkeit, wachsen, leidet auch das Aufsteigen des Saftes, wie es scheint, keine Unterbrechung.

§. 175.

Nächste Ursache.

Was bisher über die entfernten Ursachen des Saftaufsteigens geäussert worden, zeigt schon an, dass die nächste Ursache im Leben der dabey thätigen Organe gegründet seyn müsse. Die älteren Naturforscher verkannten dieses, indem sie dabey mechanische Kräfte, wenigstens zum Theil, als thätig voraussetzten. Zu geschweigen derer, welche die Nahrungsflüssigkeit durch Wärme in Dunst verwandelt in ihren Gefässen aufsteigen liessen: so eignet Malpighi, welcher bekanntlich die fibrösen Röhren als die Canäle dafür betrachtet, einen bedeutenden Antheil an dieser Ursache der abwechselnden Temperatur und der elastischen Bewegung der Luft zu, welche theils von Aussen auf die Rinde und die in ihr enthaltenen Flüssigkeiten drücken, theils von Innen, nemlich durch die Spiralgefässe, in welchen sie enthalten, wirke (L. c. 22. 23. 31.). Nach Grews Meynung (125. § 11—15.) ist der Druck, welchen das Parenchym auf die Gefässe ausübt, vermöge der Eigenschaft, welche es besitzt, bey Aufnahme von Flüssigkeit sich auszudehnen, Ursache, dass jene,

Digitized by Google

wenn sie durchschnitten werden, Saft von sich geben. Indessen reiche dieses nicht hin, dessen Aufsteigen zu erklären, sofern er dadurch nur bis auf eine geringe Höhe würde gehoben werden. Es müsse vielmehr die Haarröhrenkraft der Gefässe hinzukommen, welche da anfange, wo die Wirkung des Zellgewebes aufhöre, aber auch bald ihre Gränze finde und von dieser, die frey geworden, wieder aufgenommen werde: so dass also Gefässe und Parenchym ihre Wirkung beym Aufsteigen der Säfte verbänden. Duhamel setzt mit gewohnter Gründlichkeit auseinander, wie poröse Substanzen eine grosse Kraft besitzen, die ihnen dargebotenen Fluida aufzunehmen und zu einer beträchtlichen Höhe emporzuheben (Phys. d. arb. II. 232.): allein er sagt nicht, wie viel Antheil diese an der Saftbewegung bey den Pflanzen habe. Bedeutend kann diese Kraft, die mit der der Haarröhren identisch ist, wohl nicht seyn. Abgerechnet, dass Haarröhren die von ihnen eingesogene Flüssigkeit mit ausserordentlicher Kraft zurückhalten, also am weitern Aufsteigen hindern, so berechnet Vanmarum, dass durch die Haarröhrenkraft die Lymphe in einem Weidenbaume nicht bis zu einer Höhe von 7 1/2 Zoll aufsteigen würde (L. c. §. 51.). Eben so findet Duhamel in dem Wechsel der Temperatur, der Dichtigkeit, der Elasticität der Luft bedeutende Momente in Förderung der Vegetation, folglich in Verstärkung der Saftbewegung gegen die vegetirenden Punkte (L. c. 275.): allein was für eine Veränderung dadurch in den Organen hervorgebracht werde, wodurch diese den Saft stärker oder schwächer fortbewegen, darüber beobachtet er Stillschweigen. Vom Drucke der Schwere überzeugte er sich, dass er nichts beytrage, um gefärbte Flüssigkeiten in die Gefässe zu treiben (L. c. 285.). Hales zeigte, dass die Transspiration der Blätter, wenn sie einmal angefangen, an der Fortdauer und der Energie des Aufsteigens der Lymphe einen bedeutenden Theil habe (L. c. ch. I.): allein da dieses Phänomen doch wiederum Ursache der Entwicklung der Blätter ist, und lange vor derselben besteht, so muss dasselbe eine mehr unmittelbare Wirkung derjenigen Kraft seyn, welche dem Pflanzenleben vorsteht.

Digitized by Google

§. 176.

Ist im Leben gegründet.

Bis dahin also wurde das Aufsteigen des Pflanzensafts fast ausschliesslich von Kräften der unbelebten Materie abgeleitet, von Ausdehnung des Safts durch die Wärme, Wechsel von minderem und grösserem Drucke der Luft, Haarröhrenanziehung, Verdunstung des Safts am Ausgange der Gefässe u. s. w. und gewöhnlich wurden mehrere dieser Ursachen als hiebey zusammenwirkend betrachtet. Aber Bonnet zeigte durch Versuche die Unzulänglichkeit solcher Kräfte für diesen Zweck. Trockne Schösslinge vom Rohr, Hollunder, vom Apricosen- und Pfirsichbaume wurden von ihm bey temperirter Luftbeschaffenheit in gefärbtes Wasser gestellt, welches in den Gefässen nicht aufstieg, wie es doch in lebenden Stengeln der nemlichen Art unter viel günstigeren Umständen geschah. Bonnet hatte sich überzeugt, dass dieser Erfolg von keiner Verschliessung der Gefässe durch das Austrocknen herrührte, indem deren Höhle, nach wie vor, offen war (Usage d. feuilles 266.) und es ist dieses gegen Theod. Bischoff zu erinnern, welcher schreibt (De vasor. spir. nat. et funct. 60.), dass Bonnet's Versuch nichts beweise, indem die Gefässe in einem trocknen Pflanzentheile nicht mehr offen, sondern dem Durchgange der Flüssigkeiten verschlossen seyen. Ich habe den Versuch Bonnet's oftmals wiederhohlt und immer den nemlichen Erfolg beobachtet. Zweige, sie mochten beblättert seyn oder nicht, sobald sie Leben hatten, sogen die gefärbten Flüssigkeiten begieriger auf in einer wärmeren Temperatur, als bey einer kälteren: todte aber nahmen unter beyderley Umständen nichts auf, als höchstens in ihrem untersten Theile, so weit er in die Flüssigkeit reichte. In der Structur jedoch zeigte das Microscop bey diesen, auch wenn sie völlig ausgetrocknet waren, keine Veränderung. Aus vorjährigen Wunden bluteten Birken und Nussbäume in der Regel nicht und so auch aus frischen weit stärker, als wenn solche einige Wochen alt waren, obschon in beyden Fällen nicht die geringste Veränderung der Structur entdeckt werden konnte. Bonnet schloss aus seinen Wahrnehmungen,

Digitized by Google

dass die Wirkung der Gefässe beym Steigen des Pflanzensafts das Lebensprincip des Vegetabile ausmache: es sey nun, dass sie von einer demselben eigenen Art von Irritabilität herrühre, oder von irgend einer andern uns unbekannten Kraft (Lettre à Duhamel; Oeuvr. d'Hist. nat. V. II. 404.). Brugmans bemerkt, dass von mehreren Weinreben, deren eine oder einige durch Winterkälte getödtet worden, während die andern gesund geblieben, nur diese im darauf folgenden Frühjahre thränen, jene aber nicht; auch vermindere sich bey verminderter Lebensthätigkeit auffallend die Thätigkeit der Gefässe, nemlich die Einsaugung und Fortstossung der Nahrungsflüssigkeit. Es müsse daher angenommen werden, dass die Lebenskraft der Gefässe dieses Aufsteigen zum grössten Theile bewirken könne (Coulon diss. de mutato humor. in regno org. indole etc. 14—29.). Es ist indessen zu bemerken, dass die genannten Physiologen, wenn sie gleich das Leben als das vornehmste Wirkende hiebey betrachteten, doch auch die bloss physischen Kräfte dabey nicht ganz ausschlossen. Ihnen tritt A. Richard darin bey, dass er ebenfalls diesen Vorgang aus mehreren Wirkungen zusammengesetzt glaubt, so dass er im Ganzen zwar durch den Einfluss der Lebenskraft bedingt sey, dennoch aber dabey auch z. B. die Thätigkeit der Haarröhrenkraft anerkannt werden müsse (Nouv. Elem. 224.).

§. 177.

Die Bewegung ist nicht durch Mechanismus vermittelt.

Es sey aber die Lebenskraft das alleinige oder nur das vornehmste Agens hiebey: welcher Art ist denn die Wirkung des Festen auf das Flüssige, damit dieses bewegt werde? Vanmarum glaubt, dieses könne nur eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Gefässe seyn: ob aber diese von einer Contractilität, der des thierischen Gefässsystems ähnlich, oder von einer andern, den Pflanzengefässen eigenthümlichen, Kraft herrühre: darüber will er nicht aussprechen (L. c. §. 57.). Bestimmter geschiehet dieses von Brugmans, welcher den Gefässen des Vegetabile eine Irritabilität beylegt, in der Art, dass durch die Zusammenziehungen der-

Digitized by Google

selben in gleicher Weise, als durch die Contractionen der Eingeweide deren Contenta fortgestossen werden, der Pflanzensaft sich bewege (A. a. O. 30.). Diese Ursache hält auch Saussure am meisten geeignet, die Fortstossung der Lymphe nach Oben, nach Unten und nach den Seiten zu erklären und wenn er gleich anerkennt, dass noch Niemand die Zusammenziehungen der Pflanzengefässe wahrgenommen, so sucht er sie doch durch die Beobachtung wahrscheinlich zu machen, dass Haarwürzelchen sich kräuselten und zusammenzogen und Spiralgefässe sich verkürzten, wenn er einen Tropfen Säure oder Weingeist darauf fallen liess (Seneb. Phys. veg. IV. 127.). Noch weiter geht in diesem Analogismus A. von Humboldt (Aphor. §. 6.), indem er geneigt ist, in den Pflanzengefässen Muskelfasern anzunehmen, durch deren Zusammenziehen Verengerungen, wiewohl dem bewaffneten Auge selbst unmerklich, bewirkt werden. Selbst die Gegenwart von Nerven zu diesem Behufe in den Häuten der saftführenden Pflanzengefässe findet Humboldt wahrscheinlich (Vers. üb. d. Muskel- u. Nerven-Faser I. 253.). T. A. Knight (M. Beytr. 111.), nachdem er gezeigt, dass mechanische Kräfte nicht ausreichen, sondern eine innere, vom Leben unzertrennliche Kraft hier wirken müsse, betrachtet als Träger derselben die Markstrahlen, die er so gut gegen die Saftröhren gestellt glaubt, dass Ausdehnung ihrer Zellen, durch Wechsel der Temperatur oder durch eine vom Leben bedingte Wirkung verursacht, den Saft gegen die Spitzen der Zweige forttreiben könne (A. a. O. 115.). Allein wer die Starrheit der Elementartheile in den Pflanzen erwägt, namentlich die der fibrösen Röhren und Gefässe, so wie ihre innige Vereinigung, vermöge deren der Bau durch das Trokkenwerden sich nicht bedeutend verändert, wird gestehen müssen, dass hier an einen Mechanismus, wie der regelmässige Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung seyn würde, nicht zu denken sey. Besonders hat die Theorie, welche die Thätigkeit der Pflanzengefässe der der Pulsadern im thierischen Körper vergleicht, das gegen sich, dass weder eine irritable Faser, noch eine Zusammenziehung oder Ausdehnung an der Gefässwand mit bewaffnetem Auge bemerkt

Digitized by Google

wird: gegen die Meynung von Knight aber lässt sich insbesondere noch anführen, dass die Markstrahlen den Monocotyledonen fehlen und falls man dem Zellgewebe zwischen den Gefässbündeln derselben das Geschäft der Markstrahlen übertragen wollte, der Erfolg, vermöge des ganz veränderten Verhältnisses der Gefässe und Zellen nicht herauskommen würde. Man muss daher, wie ich glaube, annehmen, dass die lebendige Thätigkeit der Pflanzengefässe in Fortbewegung der Nahrungsflüssigkeit durch keinen Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung, mit einem Worte durch keinen Mechanismus, bedingt sey. Senebier musste dieses anerkennen: er begnügte sich aber, unter dem Titel einer neuen Hypothese, eine längst verlassene Meynung herzustellen, nemlich dass die physische Anziehung des porösen Gewebes der Holzfibern den Saft in die Pflanzen treibe, den die ausdehnende Kraft der Wärme, so wie die, durch Evaporation der Blätter in den Gefässen hervorgebrachte Leere nur höher steigen mache (L. c. 157.). Die Theorien von Sprengel, Link, Decandolle und andern neueren Pflanzenphysiologen reduciren sich auf eine der bisher vorgetragenen Ansichten oder sie vereinigen mehrere derselben.

§. 178.

Dutrochet's Hypothese.

Dutrochet (L'Agent immediat 1826.) nahm eine Eigenschaft organischer, vornemlich thierischer Substanzen wahr, die ihm eine Kraft darzuthun schien, welche das Aufsteigen der Säfte zu erklären sich eignete. Waren zwey Flüssigkeiten der Dichtigkeit oder ihrer chemischen Natur nach verschieden, durch eine blosse Haut getrennt, so geschah durch diese Haut ein gleichzeitiges Eindringen der einen Flüssigkeit in die andere, wiewohl mit sehr verschiedener Stärke der beyden Strömungen, und diese Wirkungen, in Bezug auf jeden der beyden von der Flüssigkeit angefüllten Räume angesehen, nennt Dutrochet Endosmose und Exosmose. Er hält sie zwar in allgemeinen Naturwirkungen z. B. in einer electrischen Spannung, welche aus der Verschiedenheit der beyden Flüssigkeiten entspringt, gegründet: allein er

Digitized by Google

beschränkt ihr Vorkommen doch eigentlich nur auf die organischen Körper und erklärt insbesondere das Aufsteigen des Pflanzensafts daraus in der Art, dass er die Zellen als Höhlen betrachtet, so von einer organisirten Haut gebildet sind und eine Flüssigkeit von bestimmter Natur enthalten. Da nemlich die Saftröhren einerseits in das Zellgewebe der Wurzelspitzen, andrerseits in das der Blätter sich endigen, so wird nach Dutrochet der rohe Saft der Erde dort von den Würzelchen, welche ihn durch Endosmose bis zum Uebermaass aufnehmen, fortgestossen, hier von den Blättern, welche durch die Transpiration, so ebenfalls durch Endosmose bedingt, eine fortwährende Verminderung ihres Zellensaftes erleiden, angezogen und bewegt sich durch diese zwiefachen Kräfte fort. In dieser Hypothese ist wohl zu unterscheiden die Aufstellung einer besondern Kraft von zwiefacher Richtung, Endosmose und Exosmose genannt, von der Art, wie durch sie das Aufsteigen der Flüssigkeiten in den Gewächsen erklärt wird. In Bezug auf das Erste kann die Sache selber nicht bezweifelt werden: es finden allerdings unter den von Dutrochet bezeichneten Umständen solche Strömungen Statt. Allein einerseits beruhen sie offenbar, vom Leben unabhängig, auf allgemeinen physicalischen Gesetzen, in deren Kreis sie auch der Verfasser in seinen späteren Untersuchungen (Nouv. rech. s. l'Endosm. et Exosm. 1828.) gezogen hat: andrerseits erscheint ihr Eigenthümliches keineswegs ausgezeichnet genug, um eine eigene Kraft als ihr Ursachliches aufzustellen. Betreffend das Zweyte, so ist die Erklärung des Aufsteigens der Säfte durch eine solche durchaus mislungen zu nennen, indem dabey vorausgesetzt wird, dass eine ununterbrochene Verbindung der Gefässe sowohl mit dem Zellgewebe der Wurzelspitzen, als mit dem Blattparenchym bestehe, da doch schon Hales (Veg. Stat. 45.) gefunden hat, dass ein fusslanger Zweig vom Apfelbaume mit dem einen der abgeschnittenen Enden in Wasser gestellt, dasselbe dermaassen in sich zog, dass das andere durchaus nass ward. Gefärbte Flüssigkeiten siehet man daher in den Gefässen eines blattlosen Zweigstückes, das vom Hauptstamme getrennt worden, ohne Hinderniss sich erheben und es erhellet, dass

Digitized by Google

hiebey die Gefässe selber thätig wirken müssen, welche Dutrochet dabey als gänzlich passiv betrachtet. Burnett (Ueb. d. Bewegung des Safts in Pflanzen; Philos. Mag. 1829. Apr.) machte auch den Versuch, Pflanzen mit ihren Wurzeln in starke Auflösungen von Gummi oder Zukker zu stellen, ohne dass das Aufsteigen von Saft dadurch gehindert ward, da doch nach Dutrochets Theorie in diesem Falle eine Exosmose, ein Austreten des Saftes aus der Pflanze in absteigender Richtung hätte Statt finden müssen.

§. 179.

Anziehung des Safts durch die Gefässe.

Haben also die Pflanzengefässe das Vermögen den Saft aufzunehmen und steigen zu machen kraft des ihnen einwohnenden Lebens, ist diese Wirkung durch keine mechanischen Bewegungen und Hülfsmittel bedingt: so bleibt nichts übrig, als eine unmittelbare Wirkung der festen Theile auf die flüssigen in der Art anzunehmen, dass diese, als die beweglichen, zu jenen, als den ruhenden, hinbewegt werden, d. h. eine Anziehung des Flüssigen durch die Gefässe. Es würde vergeblich seyn, dieses Vermögen, welches belebte Theile so lange sie leben, besitzen, zu läugnen, wenn gleich zugegeben werden muss, dass es nur selten in dieser einfachen Gestalt Gegenstand der Wahrnehmung ist. Wie nemlich das Leben überhaupt durch Bewegung, so besteht dasjenige, wodurch ein belebtes Ganzes, ein Organismus sich bildet durch Bewegung der ernährenden Flüssigkeit aus einem Mittelpuncte. In dem Maasse, als dadurch andere Puncte ausgebildet werden, entfernen sie sich von jenem Vertheilungspuncte der Ernährung, dessen Säfte sie fortwährend anziehen durch Zwischenorgane, welche uns als die Werkzeuge dieser Anziehung erscheinen. Solche Anziehung scheint daher jene „geheime Wirkung", wovon Bonnet sagt, dass sie durch die Gefässe einer lebenden Pflanze auf die in ihnen enthaltenen Fluida in der Art ausgeübt werde, dass sie sich von einer Stelle zur andern bewegen müssen (Oeuvr. d'Hist. nat. IV. I. 200.). Für die thierischen Organismen ist dieses Vermögen schon lange von J. G. Steinbuch (Anal. v. Beob. u. Unters. 46.),

Digitized by Google

meinem Bruder (Verm. Schriften IV. 259) und W. Sharpey (Edinb. med. and surg. Journ. n. 104.) angedeutet worden. Man beobachtete nemlich an lebenden Kiemen von Schaalthieren so wie von Frosch- und Eidechsen-Larven unter dem Microscope, dass das Wasser mit den darin enthaltenen Körperchen eine ununterbrochene Bewegung längs dem Rande der Kiemenäste gegen deren Spitzen machte, ohne dass an der Oberfläche der Kiemen, bey Kaulquappen wenigstens, eine Vibration, Bewegung von Wimpern und dergl. sichtbar gewesen wäre. Auch an den Schleimhäuten der weiblichen Genitalien und Respirationsorgane der durch Lungen athmenden Wirbelthiere, so wie an der äusseren Hautbedekkung und an der inneren Oberfläche des Speisecanals von Amphibien und Mollusken, haben Purkinje und Valentin das Vermögen wahrgenommen, dem Wasser Strömungen mitzutheilen, die sie jedoch der Bewegung von gewissen Wimpern zuschreiben, womit nach ihrer Meynung der Rand oder die Oberfläche der genannten Organe besetzt seyn soll (De motu vibrat. contin. Wratisl. 1835.). Mit Recht vermuthet Sharpey eine ähnliche Kraft thätig in der Bewegung von thierischen Flüssigkeiten durch Canäle, wo sie einem Zusammenziehungsvermögen der Häute derselben, den Umständen nach, nicht wohl zugeschrieben werden könne (A. a. O. 9.). Man darf, wie ich glaube, nicht anstehen, diesen Gedanken auch auf das Pflanzenreich zu übertragen, da die Bewegung der Säfte im Thierkörper an und für sich und von den mechanischen Hülfsmitteln dabey abgesehen, offenbar in den Kreis der vegetativen Verrichtungen desselben gehört. Nach C. F. Wolff entstehen überhaupt Gefässe im belebten Körper, wenn der zu ernährende Punct in Folge der Auswicklung vom Quell der Ernährung sich entfernt, die ernährende Flüssigkeit also, dahin angezogen, sich Zwischenräume bahnt, worin sie fortgestossen wird. Die nemliche Kraft aber, welche diese erste Bewegung bewirkte, ist es auch, welche solche unabhängig von den etwanigen mechanischen Hülfsmitteln weiter fortdauern macht, nemlich die wesentliche Kraft der belebten Substanz, welche in einer einfachen Repulsion und Attraction besteht (Von d. eigenthüml. u. we-

Digitized by Google

sentl. Kraft der veget. u. animal. Substanz, im Anhange von: Zwo Abhandl. üb. die Nutr. Kraft v. Blumenbach und Born. §. 63. 75. 125. u. s. w.). Es geschieht daher, wie ich glaube, durch eine solche fortschreitende Abstossung einerseits, in Verbindung mit einer fortschreitenden Anziehung andrerseits, dass der Saft in den Pflanzengefässen aufsteigt und es bedarf dabey keiner Dazwischenkunft eines Mechanismus oder allgemeiner physischen Kräfte, deren Unzureichendes in den bisherigen Erklärungen am Tage liegt. Dass bey der Complication der Bildung diese erste und einfachste Wirkung des Lebens sich erhalten hat, darf nicht irre machen, da es an analogen Erscheinungen im belebten Reiche nicht fehlt. Nichts anders scheint daher auch Kielmeyer (Rede üb. d. org. Kräfte 12.) durch die Propulsionskraft zu meynen, die vorzüglich den Pflanzen zukommen, und von der Irritabilität unabhängig seyn soll. Agardh (Lärobok II. 86. Uebers. 81.) glaubt die Saftbewegung bey den Gewächsen dadurch begreiflich zu machen, dass es eine allgemeine Eigenschaft langgestreckter Organe sey, mit dem einen Ende einzusaugen, mit dem andern auszuhauchen. Allein dadurch ist das Phänomen schon zu sehr in einer zusammengesetzten und individuellen Gestalt ausgedrückt.

§. 180.

Das Nemliche geschieht im Thierreiche.

Verhüllter, aber darum nicht minder wirksam, ist das so eben geschilderte Princip bey den Saftbewegungen im thierischen Körper: aber dass es hier nicht mehr allein, sondern in Verbindung mit andern Kräften wirksam sey, zeigt sich eben recht deutlich, wenn man diesen Vorgang mit den Bewegungen des ernährenden Fluidi bey den Gewächsen vergleicht, wobey die wirkende Kraft augenscheinlich ihre ursprüngliche Einfachheit erhalten hat. Je zusammengesetzter nemlich der thierische Bau, desto mehr haben neben dieser noch andere Kräfte, welche durch Mechanismus wirken, auf die Saftbewegung Einfluss, so dass nicht zu verwundern ist, wenn man häufig diese, als die alleinwirkenden dabey be-

Digitized by Google

trachtet hat. Bey der Blutbewegung sind sie bekanntlich zwiefacher Art: der Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung im Herzen und die Pulsation der Arterien. Allein beyde haben eine Gränze, worüber sie nicht hinaus reichen. In den kleinsten Arterien, die nicht mehr pulsiren, können sie keine besondere Wirkung auf die Blutbewegung haben und die Gründe, welche Haller (Elem. I. 427.) für das Gegentheil anführt, dünken mich unerheblich. Bey kaltblütigen Thieren, besonders Fröschen, sah man nach ausgerissenem Herzen die Blutbewegung in den Arterien noch eine Zeitlang, wenn gleich unregelmässig, fortdauern (Hall. l. c. 433. Tiedem. Physiol. I. 325.). In der Klasse der Anneliden fehlt das Centralorgan, das Herz, obwohl das Blut sich in entgegengesetzten Richtungen, durch Arterien und Venen, bewegt (G. R. Treviranus Ersch. u. Ges. I. 224.). Aber selbst die Gefässe können abwesend seyn; in den Kiemenblättern der meisten Crustaceen lassen dergleichen sich nicht entdecken, obgleich das Blut darin sich fortbewegt (Das. 229.). Die von Carus geschilderte Blutbewegung bey durchsichtigen Insectenlarven (Entdeck. eines einfachen Kreislaufs u. s. w. 15. 18.) geht ohne eigentliche Gefässe in blossen Zwischenräumen des Parenchym vor sich. Alles dieses zeigt an, dass die Thätigkeit des Herzens und der Arterien nur die Wirkung einer ursprünglichen Kraft in Fortbewegung des Bluts unterstütze. Beym Venensysteme und lymphatischen Systeme ist noch ein anderes mechanisches Hülfsmittel der Bewegung in den Klappen gegeben und es haben Haller, Rudolphi (Physiol. II. 2. 325.) und andere davon, in Verbindung mit dem Drucke des arteriellen Bluts, der Muskel- und Arterien-Bewegung und andern Wirkungen, die Bewegung des Venenbluts ganz abhängig machen wollen. Allein für zahlreiche Fälle lässt die Abwesenheit der meisten dieser Ursachen und die Nothwendigkeit eines höhern Princips der Bewegung sich entschieden aufzeigen (E. Platner de imp. cordis in venas; Quaest. physiolog. l. II. c. I. 174.). Besonders gilt dieses von der Pfortader, die vom Herzen zu entfernt ist, als dass seine Bewegung auf sie wirken könnte, die dabey keine Klappen hat, keiner Zusammenziehung fähig

Digitized by Google

ist und durch die willkührliche und unwillkührliche Muskelbewegung nicht afficirt wird. Am offenbarsten aber zeigt sich diese bewegende Ursache als eine einfache Anziehung und Fortstossung, so durch keine Art von Mechanismus oder von allgemeiner Naturthätigkeit vermittelt ist, in den Absonderungscanälen, indem hier nicht nur die Klappen fehlen, sondern auch jede andere die Bewegung unterstützende Einwirkung von Aussen. Einige Physiologen nehmen, um die Saftbewegung in lebenden Körpern zu erklären, in den Säften selber eine bewegende Kraft, eine Propulsivkraft an; so Link (Elem. 389.) für das Pflanzenreich, indem er diese Propulsivkraft sich vorstellt als die Wirkung „eines durch die Säfte strömenden, ätherischen Fluidi." Er beruft sich hiebey auf Kielmeyer, welcher jedoch die Ursache der Fortstossung der Flüssigkeiten nicht sowohl in diese, als vielmehr in die festen Theile zu setzen scheint. Legt man aber auch dem Blute, dem Zellgewebssafte ein Leben bey: so kann man dergleichen doch nicht der thierischen Lymphe, dem aufsteigenden Pflanzensafte, den abgesonderten Säften im Thier- und Pflanzenkörper, die so gut als jene bewegt werden, zuschreiben. Indessen ist vielleicht auch mit den Gefässen noch nicht die Gränze der unmittelbaren Einsaugung durch belebte Theile im Thierreiche gegeben: auch die Assumtion flüssiger Nahrung durch Saugröhren bey den Insecten, die der Lungen ermangeln, dürfte hieher zu rechnen seyn, da alle andere Erklärungen dieses Vorgangs bey näherer Beleuchtung sich als unzureichend ergeben.

§. 181.

Saftbewegung im umgekehrten Stamme.

Dass jene Kraft, welche die Fortstossung der rohen Nahrungssäfte bewirkt, lediglich in den Gefässen ihren Grund habe und nicht durch etwas ausser diesen bestimmt werde, beweiset die Möglichkeit einer Umkehrung derselben, so wie ihre Unabhängigkeit von der Richtung des Stengels, folglich seiner Gefässe, gegen den Horizont. Zweige umgekehrt in Wasser (Hales Stat. 131.) oder in eine gefärbte Flüssigkeit gestellt, nehmen solche ebenso in ihre Gefässe auf, als wären

Digitized by Google

sie in der natürlichen Lage. In zwey umgekehrten Aestchen von Rubus odoratus von 4 Zoll Länge sah ich eine Carminauflösung in 24 Stunden zu 3 Zoll Höhe sich erheben. Stecklinge von Weinreben, Feigen, Weiden, Pappeln schlagen an, auch wenn man sie umgekehrt in die Erde gesteckt (Malp. Opp. I. 13. Hales Stat. 132.): doch geschieht dieses mit minderer Leichtigkeit, als in der natürlichen Stellung (Knight in m. Beytr. 151—154.), sobald die Zweigstücke länger sind, was einer Veränderung des Durchmessers der Gefässe nach oben scheint zugeschrieben werden zu müssen. Hales machte den Versuch, die Zweige eines Bäumchens mit denen von zween andern durch Copulation zu vereinigen und nachdem dieses geschehen seine unmittelbare Communication mit der Erde durch die Wurzel aufzuheben. Seine Ernährung litt aber dabey nicht im Geringsten (Stat. 132. F. 24.), was nur erklärbar ist durch die Annahme einer Bewegung der Säfte durch die Gefässe in einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung. Es muss daher die erste Bewegung des rohen Nahrungssaftes mehr eine centrifugale, als eine aufsteigende, genannt werden. Eine Folge davon ist, dass der Saft die ursprüngliche gerade Richtung, welche seine Bewegung erhalten hat, vorzugsweise und mit grösserer Energie, als die andern, verfolgt. Es ist daher an einem, mit mehreren Knospen besetzten geraden Zweige immer die Endknospe, welche die meisten Bildungen macht, und die andern machen deren desto weniger, je tiefer sie stehen. Dass dieses jedoch blosse Wirkung des aufsteigenden Saftes und nicht Folge einer vorgängigen stärkeren Ausbildung der Endknospe sey, erhellet daraus, dass, wenn man ein Stück vom Zweige abschneidet, die unteren Knospen, welche nun die Endknospen geworden, am stärksten sich entwickeln. Das Nemliche geschieht, wenn man den Zweig, ohne etwas abzuschneiden, bogenförmig krümmt, indem dann ebenfalls nicht die Endknospen, sondern die, welche in der geraden Linie die letzten sind, die meisten und grössten Blätter bilden (Duham. Phys. II. 301. t. IV. f. 28. 29.). Darauf gründet sich beym Weinbau dasjenige Verfahren, da man im Frühjahre die vorigjährigen Schüsse nicht beschneidet, sondern bogenförmig abwärts bindet, indem

Digitized by Google

nun die unteren Knospen sich vorzugsweise entwickeln, die entfernteren aber mehr und mehr in der Ernährung zurück bleiben.

§. 182.

Ergiessung des Safts ins Zellen- und Fasergewebe.

Was geht nun mit dem aufsteigenden Safte vor, damit der immer neu aufsteigende wieder Platz gewinne? Die Antwort darauf geben theils die Anatomie, theils Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten, die man aufsteigen lässt, theils directe Beobachtungen. Der Durchmesser der saftführenden Gefässe verkleinert sich, je näher ihrem oberen Ende: dieses zeigt ein fortschreitendes Abnehmen der Kraft des Aufsteigens an. Die gestreiften und punctirten Gefässe hören endlich auf und von nun an setzen nur noch die Spiralgefässe, so die unmittelbarste Umgebung des Markes, die Markscheide, bilden, sich weiter fort. Dabey verliert sich ihre Bekleidung durch fibröse Röhren nach und nach und die letzten Verlängerungen der Spiralgefässe enden offenbar in einem Zellgewebe, indem sie so fein werden, dass auch das bewaffnete Auge sie kaum noch erkennt. In der seitlichen Richtung geschiehet das Nemliche, ungeachtet scheinbarer Verschiedenheit. Die gestreiften und punctirten Gefässe sind hier in der senkrechten Verlängerung plötzlich unterbrochen, während die Spiralgefässe ihren Lauf nach Aussen nehmen. Es erscheinen daher hier eine oder mehrere Oeffnungen der Faser- und Gefässsubstanz, wodurch Spiralgefässe der Markscheide austreten und zum Blattstiele und Blatte übergehen. Geschieht daher die Fortbewegung im holzigen Theile des Stammes durch die Gefässe der ersten Art, so geht das Ueberströmen in die krautartigen Zweigspitzen und Blätter nur durch die der zweyten Art vor sich und die Spiralgefässe erschienen daher mit der gefärbten Flüssigkeit, worein T. A. Knight einen beblätterten Apfelzweig gestellt hatte, vorzugsweise gefüllt (M. Beytr. 101.). Die Blätter bekommen bey Fortsetzung dieses Versuchs rothe oder blaue Adern, indem die von den Spiralgefässen herbeygeführten farbigen Flüssigkeiten durch die dünnen Zellgewebslagen hindurchscheinen (Duh. Phys. II. 287.). Selbst in den

Digitized by Google

Blüthentheilen, dem Kelche, den Blumenblättern und Staubfäden wird auf diese Weise, wie Versuche von Magnol und Delabaisse lehren, die Farbe der zur Nahrung gebotenen Flüssigkeit sichtbar. Aber auch die fibröse Substanz, welche die Gefässe umgiebt, nimmt an der Färbung Theil und zuweilen ist sie mehr gefärbt, als die Gefässe selber (Link Grundl. 80. Nachtr. 22.). An im Dunkeln erzogenen und deshalb bleichsüchtigen Erbsenstengeln sah H. D. Moldenhawer eine rothe Tinctur aus den Gefässen nach und nach in das umliegende Zellgewebe sich ergiessen (De vas. pl. §. 19. a.). Dabey bleibt es freylich unentschieden, ob diese Ergiessung einem blossen mechanischen Austreten, oder einem Durchdringen, welches Wirkung des Lebens ist, zugeschrieben werden musste.

§. 183.

Dessen Entwicklung durch ihn.

Es ist aber der angegebene Weg auch der einzige für die Nahrungsflüssigkeit, um zu den Blättern und Zweigspitzen zu gelangen. Ein Zweig, der bloss mit seinem holzigen Theile, den man von Rinde entblösst, in Wasser getaucht worden, oder einer, dem man ein Ringstück von Rinde genommen hat, wird eben so gut fortleben, als ein anderer, welcher seine Rinde behalten hat (Hales l. c. 134. 138. Exp. 43. 45.). Stellt man dagegen zwey noch unbeblätterte Weidenzweige, bey deren einem man die untere Schnittfläche des Holzes mit Ausschluss der Rinde mit wasserdichtem Kitte überzogen hat, in Wasser, so werden Rinde und Knospen an demselben vertrocknen, während der andere seine Blätter und Blüthen gehörig entfaltet. Aus gleicher Ursache hört bey krautartigen Gewächsen die Ernährung augenblicklich auf, sobald die Gefässe und fibrösen Röhren zerstört worden. Ein kleiner schwarzer Rüsselkäfer (Rhynchites minutus Herbst) macht daher die Blätter und oberen Stengeltheile von gewissen Rosaceen z. B Potentilla, Geum, Spiraea, schnell verwelken, indem er einen Kreis von Löchern in den Blattstiel oder Stengel bohrt und die Gefässbündel, die er wahrscheinlich aussaugt, zerstört, ohne das Zellgewebe der Rinde oder des Markes

Digitized by Google

bedeutend zu verletzen (S. m. Bericht in den Verhandl. des Gartenbauvereins XXI. 271.). Diese Erfahrungen zeigen, dass der rohe wässerige Saft, welcher in der Gefässsubstanz aufsteigt, auch das sey, was die jährigen und zelligen Theile ernährt und an ausdauernden die Knospen entwickelt. Zu erwarten ist daher, dass die Entziehung dieses Saftes der Entwicklung hinderlich seyn werde. Es sagt jedoch Evelyn vom Wasserausflusse angebohrter Birken, derselbe schade dem Baume am Wachsthume nicht: denn er sah einen solchen, den er seit vielen Jahren zur Thränzeit anbohrte, in ungeschwächter Kraft fortwachsen und zu einem ausserordentlichen Umfange gelangen (Sylva 81.). Weinstöcke, die man nach Möglichkeit hatte thränen lassen, blieben in Bildung von Holz und Frucht keinesweges hinter andern von gleicher Grösse zurück, bey denen man den Thränen keinen Ausweg gegeben hatte (Duham. l. c. I. 63.). Auch bemerkte man nicht, dass das Abziehen der Lymphe dem Ahorn schadete (L. c. II. 259.). Aber andrerseits versichert Duroi, es sey zum grössten Nachtheile des Baumes, wenn das Abzapfen des Birkenwassers im Frühjahre zu oft angestellt werde (Wilde Baumzucht; herausg. von Pott I. 10.): daher andere rathen, nur eine bestimmte Quantität ablaufen zu lassen und dann den Ausfluss zu hemmen. Vom zu starken und zu lange fortgesetzten Thränen des Weinstocks bemerkten Andere wiederum nachtheilige Wirkungen und es beschneiden deswegen einige Gärtner ihn im Herbste, damit er im Frühjahre, wie man zu sagen pflegt, sich nicht verblute: oder man bindet die Reben im grössten Theile ihrer Länge mit der Spitze abwärts, wodurch der nemliche Zweck, wie durchs Beschneiden, erreicht wird. Jedenfalls scheint jedoch nur bey thränenden Holzarten der Nahrungssaft durch eine so grosse Menge Wassers verdünnt zu seyn, dass ein beträchtlicher Verlust davon dem Individuum nicht schadet.

§. 184.

Wobey er in Zellensaft übergeht.

Der rohe Saft auf seinem Wege durch die Gefässe erleidet bedeutende Veränderungen, er wird assimilirt, was der Ge-

Digitized by Google

genstand einer besondern Untersuchung seyn wird. „Es ist wahrscheinlich, sagt Malpighi, dass der Saft, welcher durch die Holzsubstanz in die Höhe steigt, in die seitwärts verlängerten zelligen Fortsätze nach und nach sich ablagere und durch ein längeres Verweilen daselbst in einen Nahrungssaft verwandelt werde“ (Opp. I. 31.). Ausgetreten nemlich durch eben die Kraft, welche ihn hob, aus den letzten Endungen der Spiralgefässe, vermag er für sich keine neuen Theile zu bilden, sondern nur die vorhandenen in der, zu ihrem Leben erforderlichen, Ausdehnung zu erhalten und die Anlage zu neuen zu entwickeln. Das Erste kann er nur bewirken, indem er in die Zellen des Parenchyms selber übergeht und mit deren Safte sich verbindet. „Die rohe Lymphe, fährt Malpighi (A. a. O.) fort, wird dem alten, schon in den Schläuchen befindlichen Safte unmittelbar zugemischt, und dadurch mit der Zeit zu einer höhern Verrichtung erhoben.“ Im Zellgewebe daher wandelt er sich um, indem er mit dem Lichte und mit den in der Luft verbreiteten Principien zusammentritt und seine wässerigen Theile an die Atmosphäre abgiebt. In der zweyten Beziehung finden wir da, wo neue Theile gebildet werden sollen, immer zuvor eine Anlage dazu gemacht durch eine Masse von Kügelchen oder kleinen Bläschen, gebettet in eine schleimig-gallertartige, wenig durchscheinende, wenig gefärbte Flüssigkeit. Diese zu verdünnen, damit sie Farbe und Leben gewinne, die Bläschen zu Zellen auszudehnen, ihr Inneres zu erfüllen, ihre Zusammenfügung, Gestaltung und Vervielfältigung nach dem ihnen einwohnenden Lebensprincipe möglich zu machen, ist das Geschäft des aufgestiegenen Saftes. Dieser wird dabey aus dem Zustande roher Lymphe in Zellgewebssaft umgewandelt, indem er in den Blättern und übrigen krautartigen Theilen, deren Bildung durch ihn veranlasst worden, eine gewisse Zeit verweilt, die nach Maassgabe des Bedürfnisses der Vegetation, so wie der Natur der Pflanze, länger oder kürzer ist. Sobald daher in unserm Klima die Entwicklung der Knospen in Blätter und Stengeltheile ihren Anfang genommen, wird bey den baumartigen Dicotyledonen kein weiterer Saftausfluss aus Wunden bemerkt: im Gegentheile nimmt die Gefässsubstanz dar-

Digitized by Google

gebotenes Wasser nun mit Begierde auf. Nun kann man allerdings die, durch die Blätter in Gang gekommene Ausdünstung als die Hauptwirkung ansehen, wodurch der Ueberfluss so die Lymphe an wässerigen Theilen hat, fortgeschafft wird. „Aber warum, frägt Duhamel, thränt ein Weinstock in der Jahreszeit, wo er am stärksten treibt, wenn man ihn seiner Blätter beraubt hat, nicht wieder, wie im Frühjahre? Es ist sehr schwer, davon einen genügenden Grund anzugeben“ (L. c. II. 253.). Auch kann man, wie es scheint, nicht ganz allgemein aussprechen, dass, solange die Ausdünstung der Blätter vorhanden ist, keine Lymphe aus Wunden fliesse. Bey den baumartigen Monocotyledonen, den Palmen, Musaceen u. s. w. ist dieses wirklich der Fall und auch bey tropischen Dicotyledonen scheint es nicht an Beyspielen zu fehlen. Bekanntlich ist der heisse Himmelsstrich reich an Schlingewächsen, deren Eigenthümliches ist, ohne Aufhören zu wachsen, indem ihre Vegetation beym Eintritte der kälteren Jahreszeit nur nachlässt. An ihnen daher vorzüglich ist bemerkt worden, dass aus Wunden des Stammes, auch in der heissesten Jahreszeit, wo er also mit Blättern bedeckt seyn wird, eine reichliche Lymphe fliesst.

§. 185.

Sein Absteigen in der Rinde als Zellensaft.

Was aus dem Safte werde nachdem er in die Schläuche des zelligen Wesens übergegangen, darüber erklärt Malpighi sich nur vermuthungsweise und in wenig bestimmten Ausdrücken. Er practicirte Ringschnitte mit Entblössung des Holzes an Zweigen einer nahmhaften Zahl von Sträuchern und Bäumen: in Folge dessen eine Verdickung über der entrindeten Stelle entstand, vermöge neu gebildeter Substanz, wodurch die obere Wundlefze Fortschritte zur Wiedervereinigung mit der unteren, die dabey unverändert blieb, machte. Es scheine demnach der Nahrungssaft eine Bewegung von den oberen Theilen gegen die unteren zu haben, doch so, dass er dem Bedürfnisse nach auch aufwärts und in andern Richtungen fortschreiten könne (Opp. I. 159. 160. vergl. 14. 55. 155.). Der erzählte

Digitized by Google

Versuch ist von vielen Beobachtern wiederhohlt und dadurch der Erfolg näher bestimmt worden. Fairchild (P. Blair Bot. ess. 386.) fand Birnbaumäste von vier Zoll Umfang über einer entrindeten Stelle nach einigen Jahren um zwey Zoll im Umfange verdickt. Sie waren oberhalb derselben reicher an Blüthe und Frucht, trieben aber weniger Blätterzweige als andere; sie belaubten sich früher im Jahre, warfen aber auch früher ihre Blätter wieder ab. St. Hales fand, dass an einem ringförmigen Ausschnitte der Rinde die obere Lefze der Wunde nur dann an Substanz zunahm, wenn dieser Theil der Rinde mit einer Knospe und also nachmals mit Blättern in ununterbrochener Verbindung stand, nicht aber wenn dieses nicht der Fall war (L. c. 149. t. 13. f. 28. 29.). Er schloss daraus, dass allein die starke Anziehung von Saft durch die Blätter die Wundränder mit der zum Wachsen nöthigen Nahrung aus dem Innern des Baums versorge, dergleichen daher die Rindentheile, mit denen ihre Verbindung unterbrochen sey, nicht sich anzueignen vermöchten. Es sey also kein Beweis vom Absteigen eines Saftes, sondern nur von einer abwärts gehenden Wirkung der Blätter und dieses um deswillen, weil ein thränender Ast, woran man einen beträchtlichen Theil der Rinde abgestreift, über der rindenlosen Stelle weniger thräne, als unter derselben: da doch, wenn der Saft in der Rinde absteige, er oberhalb sich stärker hätte anhäufen, folglich hier aus einer Wunde stärker hätte fliessen müssen (L. c. 151.). Man siehet hieraus, dass Hales unter dem Safte der Rinde und dem des Holzes keinen wesentlichen Unterschied gestattet, was nicht zulässig ist. Duhamel fand es dagegen viel natürlicher, den gedachten Erfolg, wo die Rinde unterbrochen oder zusammengeschnürt, oder ihre Continuität sonst auf mancherley Weise aufgehoben war, durch ein gehindertes Absteigen eines Saftes in ihr, als durch eine so zusammengesetzte und hypothetische Wirkung, als Hales vorausgesetzt hatte, zu erklären (L. c. II. 105.). Er fand, dass derselbe nicht nur eintrat durch eine Unterbrechung in der Rinde des Stammes, sondern auch der Wurzle; was ihm anzuzeigen schien, dass der Rindensaft seine absteigende Bewegung auch hier fortsetze.

Digitized by Google

§. 186.

Anschwellung der Rinde über einer Unterbrechung.

Aber auch andere Beobachter stimmen nicht in diese Ansicht ein. H. D. Moldenhawer glaubt, der Rindenwulst beweise nichts für ein Absteigen der Rindensäfte, indem derselbe vielmehr in einer Ausdehnung und Vergrösserung des Rindenzellgewebes seinen Grund habe (De vas. pl. §. 18.), deren Entstehung er ungefähr auf die nemliche Art erklärt, wie Hales. Dieser Einwurf hebt sich jedoch, wenn man erwägt, dass der absteigende Saft, seiner Bestimmung gemäss, die erforderlichen Elemente besitzt, um, unter Mitwirkung der bereits vorhandenen festen Theile, neue Substanz zu bilden. Auch Bernhardi findet einen Grund gegen jene Ansicht in der Bemerkung, dass, bey Untersuchung eines solchen Wulstes nicht die Rinde, sondern der Bast, wie er sich ausdrückt, ansehnlich verdickt erscheine (Ueb. Pflanzengefässe 64.). Allein wenn unter dem Baste ein Theil der Rinde, nemlich die innere Lage derselben verstanden wird, so ist dieser Satz augenscheinlich unrichtig. Schon Hales bemerkte, dass, wenn er den angeschwollenen Theil mitten durch der Länge nach spaltete, derselbe aus Holzsubstanz gebildet war, die vom alten Holze ihren Ursprung nahm und mit Rinde bekleidet, über die Gränze der Entrindung hinaus sich wulstartig verlängert hatte (L. c. 150. t. 13. f. 30.). Ich fand diesen Wulst an einem Buchenaste von acht Jahren, den ich im Frühjahre vor Ausbruch der Blätter in einer Länge von 3/4 Zoll ringförmig entrindet hatte, im Herbste darauf folgendermaassen beschaffen. Weder die Rinde, noch der Bast waren verdickt, sondern die Substanz zwischen ihm und dem Holze des vorigen Jahres d. h. die Grundlage des neuen diesjährigen Splints. Aber die fibrösen Röhren darin hatten einen gewundenen und wellenförmigen Verlauf, die Gefässe waren unordentlich vertheilt und nicht gehörig ausgebildet und von Markstrahlen ward man nichts gewahr. Ich zweifle indessen nicht, dass, wenn dieser Zweig fortgefahren wäre zu vegetiren, die Holzlage des folgenden Jahres schon mehr den naturgemässen Bau würde gehabt haben, die des dritten

Digitized by Google

noch mehr u. s. w. Dupetit-Thouars sah in dem Wulste einer Thuia orientalis, die zehn Jahre nach Wegnahme eines Ringes von Rinde noch vegetirt hatte, eine bedeutende Anzahl neuer, obwohl dünner und zum Theil undeutlich zu unterscheidender, Holzlagen (Rep. a M. Dutrochet. 26. t. 1.). Was ich früher gegen diesen Hauptgrund für ein natürliches Absteigen des Rindensafts angeführt, dass der Wulst in einer bloss erzwungenen, der in der Entzündung vergleichbaren, Anhäufung des Safts seinen Grund habe (V. inw. Bau 176.), erscheint mir jetzt ungenügend, da, wenn dieses der wahre Grund wäre, beyde Wundlefzen auf gleiche Weise angeschwollen seyn müssten. Vielmehr dünkt mich derselbe, wenn man abrechnet, was die verschiedene Natur beyder Flüssigkeiten mit sich bringt, ein nicht minder brauchbarer Grund für die absteigende Bewegung zu seyn, als aus der Anschwellung einer unterbundenen Vene an der, vom Herzen abgekehrten, Seite geschlossen wird, dass das Blut in den Venen in der Richtung zum Herzen ströme.

§. 187.

Fernere Beweise für das Absteigen des Rindensafts.

Duhamel hat die Wirkungen eines, in der äusseren Bekleidung des Stengels oder Stammes absteigenden Fluidi, welches sämmtliche feste Theile hervorbringe, durch anderweitige Beobachtungen nachzuweisen gesucht. Den Beweis z. B. dass die Verlängerung der Würzelchen durch dasselbe bewirket werde, gab folgender Versuch. Man pflanzte ein Bäumchen in einen sehr kleinen Topf, und liess es darin so lange, indem man die Wurzeln nur sparsam begoss, bis es aus Mangel an Nahrung ausging. Bey der Untersuchung nahm man wahr, dass die meisten Würzelchen in runde Anschwellungen, so gross wie eine Haselnuss, ausgingen, die augenscheinlich entstanden waren, weil der Rindensaft, der zur Verlängerung der Würzelchen dienen sollte, in der Kleinheit des Raumes ein unübersteigliches Hinderniss gefunden hatte (L. c. II. 107. t. 14. f. 36.). Der Wulst, welcher sich bildete, wenn die Rinde unterbrochen war, enthielt offenbar eine Materie, woraus, je nachdem die Umstände waren, bald Knos-

Digitized by Google

pen und beblätterte Zweige, bald Würzelchen entspringen konnten. An der Wurzel einer Rüster z. B. erfolgte das erste, wenn es der Luft ausgesetzt ward, das letzte, wenn es mit feuchter Erde bedeckt blieb (L. c. 102. t. 14. f. 128.). Gleichermaassen zeigte er sich am unteren Ende treibender Stecklinge und Pfropfreiser und die hier angehäufte Materie brachte nach Umständen bald eine Vereinigung des Reises mit dem Stocke, bald eine Bildung von Wurzeln, bald, wenn man nemlich den Steckling umgekehrt eingesenkt, eine Bildung von Knospen zuwege (Das. 109. 124.). Stecklinge wuchsen nur mit Schwierigkeit, wenn sie umgekehrt gesteckt waren und ihre Würzelchen nahmen darnach anfänglich die aufsteigende, ihre Blätterzweige anfänglich die absteigende Richtung (Das. 115.). Bey Wegnahme von viereckigen oder kreisförmigen Stücken aus der Rinde geschah die Bildung neuer Masse vorzugsweise am oberen Rande der Wunde, weniger an den Seitenrändern und gar nicht, oder kaum merklich, am unteren Rande (II. 56. t. 9. f. 78.). Wo also überhaupt eine Blattvegetation ist, werden sogleich am entgegengesetzten Ende des Stengels, es sey dieses ein natürliches oder ein durch Unterbrechung der Rinde künstlich gebildetes, auch Wurzeln durch den absteigenden Saft entwickelt. C. Pollini machte an jungen Bäumen verschiedener Art, denen er eine Ringportion der Rinde genommen hatte, mehrmals den Versuch, beyde Wundränder zur Bildung von Wurzeln dadurch zu nöthigen, dass er die ganze Wunde mit Erde bedeckte, so immer feucht gehalten wurde. Aber vergebens: immer bildeten die oberen Wundränder Wurzeln, welche abwärts wuchsen, die unteren aber Zweige, welche aufwärts, wiewohl bleichsüchtig, sich verlängerten (Vegetaz. degl. alb. 146.). Die Versuche von T. A. Knight haben jene von Duhamel theils bestätiget, theils erweitert. Auch aus ihnen erhellet, dass, den absteigenden Saft zu formiren und ihm Bewegung zu ertheilen, die Anwesenheit der Blätter, und deren Zusammenhang mit dem Organe des Absteigens, der Rinde, vonnöthen war. Wo ein Zweig oder ein Blatt aus der Rinde abging nahm diese immer unter denselben, nie über ihnen, zu (M. Beytr. 97.). Wurden die Blätter dabey mit Vorsicht beschattet, so war

Digitized by Google

worden, so sind es solche, welche bey einem Ueberflusse von Saft beobachtet zu werden pflegen. Die Blätter fallen früher ab, aber keinesweges trocken, sondern ihr Parenchym ist offenbar mit Säften sehr angefüllt und hat eine gelbe oder rothe Farbe angenommen, wie es im Herbste zu geschehen pflegt. Die Früchte setzen sich in grösserer Menge an und werden vollkommner ausgebildet. Längst bekannt ist deswegen die Practik, einem Baume seine Wurzeln zu beschneiden, oder ihn in einen ärmeren, die Entwicklung derselben minder begünstigenden Boden zu versetzen, oder seine Rinde einzuschneiden, oder ihm einen Ring der Rinde wegzunehmen, wenn man das Ansetzen und Reifen der Früchte befördern will. Die Ausbildung der Wurzeln richtet sich nach dem Reichthume eines Baumes an Zweigen und Blättern und je schöner diese, desto besser ausgebildet auch jene. Nussbäume, Tannen, Fichten und andere Holzarten gehen zu Grunde, wenn der Stamm abgehauen und die Wurzel dadurch der Quelle ihrer Nahrung beraubt ist. Führen wir endlich die Ernährung eines so zusammengesetzten Individuum, wie ein Baum ist, auf ihre einfachste Form, wie sie nemlich in der Ernährung des Embryo beym Keimen erscheint, zurück, so werden wir darin den, wie ich glaube, bedeutendsten Grund für ein Niedersteigen des Rindensafts finden. Bekanntlich ist das erste, was dabey sich verlängert, die Wurzel, und ihr Wachsthum geschiehet, wie die Versuche von Malpighi, Bonnet und Duhamel gezeigt haben, bloss auf Kosten des, in den Cotyledonen mit Hülfe der aufgenommenen Feuchtigkeit gebildeten, Nahrungssaftes. Die Knospe ruht dabey völlig und ist öfters noch nicht einmal wahrnehmbar, auch findet keine unmittelbare Gefässverbindung Statt zwischen ihr und den Saamenblättern. Die absteigende Bewegung in der Wurzel, welche ganz aus den Elementen der Rinde besteht, ist also zu dieser Zeit die einzige. Knight fand dieselbe bey keimenden Rosskastanien, so lange sie erst einige Wochen alt war, noch unfähig, gefärbte Flüssigkeit durch die abgeschnittene Spitze aufzunehmen und er war dann nicht im Stande, eine Spur von den Splintröhren, wodurch der Saft aufsteigt, zu entdecken. Erst nachdem die Wurzel eine be-

Digitized by Google

trächtliche Länge gewonnen hatte, bildeten dieselben sich und nun erst begann durch den aufsteigenden Saft die Entwicklung der Knospe (M. Beytr. 176.). Geschiehet also die erste Verlängerung der Wurzel bloss durch den absteigenden Rindensaft, so ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass die Natur diesen Weg für die Ernährung der Wurzel und für Absetzung des Nahrungsstoffs in die unteren Theile später wiederum verlasse. „So wie die Blätter wachsen, sagt T. A. Knight, steigen Rindengefässe, denen gleich, welche von den Cotyledonen ins Würzelchen gehen, von der Basis der Blätter ab und ich wüsste nicht, was man dagegen einwenden könnte, dass beyde ein ähnliches Fluidum der Wurzel zu führen" (M. Beytr. 210.). Zur Gewissheit würde freylich diese Bewegung des Rindensaftes nur dann erhoben werden, wenn es gelänge, sie wahrzunehmen oder den Saft durch eine Wunde abfliessen zu sehen. Aber das erste ist noch keinem geglückt, wenn man gleich an der Möglichkeit einer solchen Wahrnehmung nicht verzweifeln darf, und das letzte ist wenigstens sehr zweifelhaft. Duhamel sah an einem Kirschbaume in der Saftzeit aus der oberen Lefze einer ringförmigen Rindenwunde eine ausserordentliche Menge Gummi austreten, worauf der Baum starb, ohne dass etwas aus der unteren Wundlefze getreten wäre (L. c. I. 71.). Es lässt sich aber fragen: ob dieses jener Saft, von dem hier die Rede ist, gewesen sey und nicht vielmehr ein eigener Saft. Wenigstens haben Mirbel und Decandolle (Phys. veg. I. 165.) aus der oberen Lefze einer solchen Wunde, ausser dem etwa extravasirten eigenen Safte, niemals eine Flüssigkeit treten sehen.

§. 190.

Einwürfe dagegen.

Dieses abgerechnet, dass zur Ueberzeugung die unmittelbare Beobachtung des Saftflusses fehlt, scheint es nicht, dass gegen die absteigende Bewegung etwas Bedeutendes könne geltend gemacht werden. Hales hat dagegen ausser dem, was Oben erwähnt, die Wahrnehmung angeführt, dass die Lösbarkeit der Rinde vom Holze, welche als die Wirkung des absteigenden Saftes betrachtet zu werden pflegt, im Frühjahre

Digitized by Google

am unteren Theile des Stammes anfange und nach Oben fortschreite, da doch das Umgekehrte eintreten müsste, wenn der Saft dabey vom oberen Theile des Baumes gegen den unteren abstiege (Veg. Stat. 42. Haemastat. 262.). Sollte aber das erste durch wiederhohlte Beobachtung sich bestätigen, so müsste die erste Saftergiessung in jene, den Bast mit dem Splinte verbindende Substanz, wodurch beyde nun leicht trennbar werden, das Werk nicht des absteigenden Saftes, sondern des der Markstrahlen seyn. Bekanntlich fährt während des Aufsteigens der Lymphe beym Weinstocke und Ahorn die Rinde fort, dem Holze anzuhangen (Duham. l. c. II. 251. 258.): man darf daher vermuthen, das Ende des Aufsteigens sey von einer horizontalen Bewegung der Lymphe begleitet, wodurch der flüssiggewordene Bildungssaft der Markstrahlen in die zwischen Splint und Bast angelegten Elementarorgane sich ergiesst. Dieser Vorgang wird begreiflicherweise von den unteren Theilen des Stammes zu den oberen fortschreiten. Weniger zu bedeuten hat ein Experiment, welches Vanmarum der Lehre vom Absteigen des Rindensaftes entgegenstehend glaubt und dessen Wesentliches darin besteht, dass die Rinde kein Wasser in der Richtung von oben nach unten durchlässt, wie es doch vom Holze geschieht (De motu fluidor. §. 27.). Denn dieselbe Undurchdringlichkeit hat die Rinde für jede andere Bewegung eines wässerigen Fluidi, da das Zellgewebe, woraus sie grösstentheils besteht, nur durch Wahlanziehung, folglich in ganz andrer Art, als die Gefässsubstanz, die ihr angemessene Säfte aufnimmt.

§. 191.

Ansicht von A. Dupetit-Thouars.

Nicht so sehr aber, als es den Anschein hat, ist mit der Lehre vom Absteigen des Rindensaftes die Ansicht von Dupetit-Thouars streitend, wovon bey einer andern Gelegenheit bereits die Rede gewesen. Zufolge derselben ist die Knospe ein Parasit, ein Embryo, der auf dem Mutterstamme wurzelt. Alle Bildung von neuer Masse am auf- und absteigenden Caudex geschieht durch sie, nemlich durch Fibern, auch Wurzeln genannt, welche sie zwischen Rinde und Holz

Digitized by Google

hinabsendet und die nach den Umständen entweder neue Lagen von Fibern bilden oder nach Aussen als wahre Wurzeln zum Vorschein kommen (Essays 21. 122. etc.). Zahlreiche Beobachtungen an Monocotyledonen, wie Dicotyledonen, zeigten dem Beobachter diese Fibern und ihre absteigende Richtung, so wie einen geschlängelten Verlauf, den sie dabey unter besondern Umständen annahmen (Rep. à M. Dutrochet 38. 46. 65. t. 2. 3. 4.). Es war eine mangelhafte Beobachtung, wenn Dutrochet dagegen in dem Wulste oberhalb einer Rindenwunde glaubte an den Fibern der neugebildeten Lagen nicht eine verticale, sondern eine wagerechte Verlängerung, nemlich von der Mitte zum Umfange, wahrgenommen zu haben (Dup. Thouars l. c. 20.). Bedeutenderes machte Decandolle bemerklich, der unter den Neuern mit der meisten Gründlichkeit den Rückfluss des Rindensaftes gewürdiget hat (L. c. I. 153.). Zugegeben, sagt er, dass absteigende Fibern die neue Holzlage bilden, kann die Verdichtung und vermehrte specifische Schwere des Splints, der durch eine ringförmige Wunde entblösst worden, anders gedacht werden, als durch Eindringung eines gerinnbaren Saftes, mit welchem die Fibern sich verkörpern? Kann die für das Reifen der Früchte so nothwendige Gegenwart der Blätter, so wie die Wirksamkeit ringförmiger Rindenwunden in Beförderung der Fruchtbarkeit, nach Dupetit-Thouars Theorie erklärt werden? Aber ein Hinabsenden von Fibern oder Wurzeln durch die Knospen erklärt auch die Umstände bey Bildung der neuen Splintlage nicht genügend: denn nicht blosse Fibern legen sich an, sondern auch zellige Substanz. Wurzel und Stamm sind in ihrer Bildung und Zusammensetzung zwey ganz verschiedene und nicht unter der nemlichen Benennung zu begreifende Theile. Dass aber kein Hinabverlängern der Fibern Statt finde, zeigen die Erscheinungen des Pfropfens und Oculirens, indem jene über der Impfstelle stets von der Farbe des Impflings, unter derselben von der des Subjects sind; auch sind nicht Knospen das Wirkende bey der Verdickung, sondern nur die Blätter, welche daraus hervorgehen. Allein die Antwort auf die Mehrzahl dieser Einwürfe dünkt mich in den mancherley, von Dupetit-

Digitized by Google

Thouars gegebenen, Erläuterungen enthalten zu seyn. Was besonders die beyden letzten, auch von Andern geltend gemachten Schwierigkeiten betrifft, so sollen die Verdickung zwar Fibern und Wurzeln bewirken, welche die Knospe hinabsteigen macht: aber diese sollen durch einen vom Splinte ausgeschiedenen Saft ernährt werden (Ess. 94. 114. 120.). Die Abweichung von unserer Ansicht wird daher minder gross, wenn man von den ungewöhnlichen Ausdrücken des geistvollen Mannes, der mehr die Natur, als Bücher kannte, abstrahirt und einerseits die Knospe mit Dupetit-Thouars sich vorstellt nicht als ruhend, sondern auch in der aufsteigenden Richtung thätig d. h. Blätter und Stengel bildend, andrerseits aber in mehr figürlichem Sinne nimmt, was von ihrer abwärts gehenden Wirkung gesagt ist und für Fibern und Wurzeln überhaupt feste Theile setzt, auch die Verlängerung in absteigender Richtung nicht der Zeit nach nimmt, sondern die Continuität der Elementartheile von den Blättern abwärts darunter versteht.

§. 192.

Gartenoperationen auf das Absteigen des Rindensafts gegründet.

Darauf dass der absteigende Rindensaft, welcher die Bildung und Ernährung aller Theile bis zu den Wurzelenden zu bewirken hat, von den Blättern zubereitet seyn und herkommen muss, gründen sich manche wichtige Operationen bey Ausübung der Gartenkunst. Die oft sich darbietende Bemerkung, dass Bäume, deren Wurzeln theilweise ausgerissen, oder von Erde entblösst sind, am meisten zu tragen pflegen, hat auf die Practik geleitet, die Fruchtbarkeit zu vermehren, wenn man einen Theil der Wurzeln bloss legt oder abschneidet, oder den Stock in magerers Erdreich versetzet. Der Erfolg wird hiebey von Manchen dem, nun in verminderter Quantität aufsteigenden, rohen Safte zugeschrieben (Loudon Encycl. 2163.): allein die Erklärung scheint natürlicher, dass der absteigende Saft, verhindert in neue Wurzelbildungen überzugehen, länger in den oberen Theilen der Pflanze ver-

Digitized by Google

weilen muss. Zu dem nemlichen Zwecke dienen Einschnitte in die Rinde des Stammes oder der Zweige, indem die Vereinigung derselben mit Bildung einer Callosität verbunden ist, wodurch der Fluss des Rindensaftes aufgehalten wird. Eine schon sehr alte Operation, das Tragen der Fruchtbäume zu vermehren, ist das Ringeln derselben. Schon Magnol berichtet von demselben, als von einer in Languedoc gebräuchlichen Operation, um die Fruchtbarkeit der Olivenbäume zu befördern (Hist. de l'Ac. de Paris 1709.) und Duhamel sah die nemliche von den Landleuten in der Provence zu dem nemlichen Zwecke ausgeübt (L. c. II. 104.). Von einem Birnbaume, an dessen drey Aesten sie gemacht ward, erzählt Blair, dass sie nun keine Holzreiser, sondern bloss Fruchttriebe bildeten (L. c. 386.). In der neueren Zeit ist sie auch am Weinstocke mit dem besten Erfolge unternommen worden (Desfont. Hist. d. arbres. I. 452.). Nimmt man an einer Rebe zur Zeit, wo der Saft aufsteigt, oder nachdem die Blüthzeit beendiget und die jungen Früchte sich angesetzt, einen Ring der Rinde bis aufs Holz weg, so werden im ersten Falle eine grössere Menge Blüthen hervorgebracht, im zweyten reifen die Früchte 15, 20 bis 25 Tage früher, ohne etwas an ihrer Qualität zu verlieren. Auch um Pflanzen überhaupt zum Fruchttragen zu bringen ist diese Operation geeignet und A. Thouin erhielt von einer Aesculus flava., die ihre Früchte unreif abzuwerfen pflegte, solche völlig gereift durch Ringeln der Rinde vor Ausbruch der Blätter (Ann. du Mus. VI.). Hales versucht den Erfolg dabey so zu erklären, dass eine geringere Menge wässerigen Saftes zu den über dem Ringschnitte gelegenen Theilen gelange; Sprengel scheint sich vorzustellen, dass der Schnitt als ein Reiz wirke, den Bildungssaft herbeyziehe und ihn nöthige, in gewisse Stellen sich stärker zu ergiessen (Vom Bau 443.): allein Blair, Duhamel, Knight eignen mit Recht die Wirkung dem durch den Schnitt aufgehaltenen Absteigen des Rindensafts zu. Da die Anwesenheit der Blätter dabey erforderlich ist, so muss beym Beschneiden des Weinstocks der Schnitt gleich über einem Auge geschehen (Miller Gart. Lex. IV. 649.): entgegengesetzten Falls bey Entwicklung des Au-

Digitized by Google

ges das über demselben sitzengebliebene Stück leblos wird und dem Stamme Nachtheil bringt. Das Beschneiden der Pfirsichbäume muss stets über einer Blattknospe vorgenommen werden: macht man den Schnitt über einem Blüthauge, so bekommen die Früchte keine gehörige Nahrung, sondern bleiben klein und unschmackhaft (Das. III. 485.). Das Nemliche geschieht, wenn die Knospe oder die Blätter über der Blüthe oder jungen Frucht durch Insectenfrass oder andere Zufälle zerstört sind: in diesem Falle erhielt daher T. A. Knight vortreffliche Früchte, wenn er den oberen Theil dieses Fruchtzweiges mit einem Blatte oder Blätterzweige des nemlichen Baumes durch Absäugen verband und so die Ernährung herstellte (Transact. Lond. Hort. Soc. II. 35.).

§. 193.

Das Pfropfen und Oculiren.

Die Theorie des Pfropfens, Oculirens und ähnlicher, zur Vermehrung und Veredlung der Gartengewächse dienenden Operationen beruhet ebenfalls einerseits darauf, dass der Saft seine Gerinnbarkeit und seine Fähigkeit, neue Theile, unter Mitwirkung der bereits vorhandenen, zu bilden, nur in den Blättern erhält, andrerseits auf der Leichtigkeit, womit die Rinde mit der vom nemlichen, oder einem verschiedenen, aber verwandten Gewächse durch den absteigenden Saft sich vereiniget, welche Vereinigung von besondern Umständen begleitet ist. Vermöge des ersten behält der Impfling immer die Natur der Species, wovon er genommen ist, ohne von dem Stocke andere, als unwesentliche Neben-Eigenschaften z. B. Statur, Dauer, Fruchtbarkeit u. s. w. anzunehmen (A. Thouin Monogr. d. Greffes. 7.) und dieses bestimmt die Anwendung der genannten Operationen. Beym Pfropfen wird zu einer Zeit, wo die Saftbewegung in der Rinde bevorsteht, oder im Gange ist, die innere Rinde des Reises und des Subjects durch einen scharfen Schnitt in möglichst genaue Berührung gebracht. Decandolle will, gegen die ausdrückliche Vorschrift der Practiker (Loud. Encycl. 2018. A. Thouin l. c. 5.), die äussersten Splintlagen von beyden zusammengefügt haben, indem das Gelingen der Operation mit der Vereinigung der

Digitized by Google

beyden Splinte anfangen müsse, wovon die d
Bastes nur die Folge sey (Phys. veg. II. 78
wohl es seine Richtigkeit hat, dass die Entwic
pen durch den aufsteigenden Saft des Splints
so sind doch nur zellige Theile, nicht faserig
einer inneren Vereinigung fähig und es muss
auf ankommen, dass auch nur jene in möglic
äussere Berührung gebracht seyen. Alle Materie
sowohl Impfling, als Stock, sich ernähren und
lich auch holzige Theile bilden, muss durch
Rinde in die des Stocks übergehen. Anfängli
Impfling mehr davon sich an, als der Stock,
gewicht hergestellt ist. Zuweilen jedoch tritt ein
ein, in welchem Falle dann derjenige von bey
welcher die meiste Nahrung an sich zieht, an
als der andere, zunimmt (Turpin Ann. d. Sc.
t. 16. 17.). Wie sehr es hiebey fast allein au
ankomme, beweiset auch die Operation des Oculir
nemlich wird das Rindenstück, dem auswendig
ansitzet, an der Innenseite aber aller Splint ge
mit dieser Seite dem blossgelegten Splinte des Sub
cirt, im Umfange aber mit der Rinde desselben in
rührung gesetzt. Der Erfolg ist der nemliche, wie
pfen und bekanntlich sind beyde Operationen ohne
des Resultats der mannigfaltigsten Abänderung fähig
sucht man nun die Verbindung eines angeschlagen
reises mit dem Mutterstamme, so wird man sowo
der Rinde des Reises, als in allen kleinen Lücken
schen dem Abschnitte desselben und dem des Mutte
geblieben, eine zarte krautartige und gewissermassen
Materie gewahr (Duham. l. c. II. 80.), welche als
gestiegene, bereits in die Anfänge neuer Theile überg
Rindensaft zu betrachten ist. Wird die Untersuchun
angestellt, so bemerkt man am Orte der Vereinigu
veränderten Lauf der Fibern des Reises; bald gehen
zackförmig, bald auf andere, aber immer unordentlich
fort. Duhamel vergleicht diesen Bau mit dem
thierischen Drüse: denn so wie diese Art Filtrum s

Digitized by Google

durch die Beschaffenheit dessen, was hindurchgehe, sich umändere, so auch verhalte es sich mit dem Organe, wenn man so reden darf, welches durch die Vereinigung der beyden Rinden entstehe (Hist. de l' Ac. de P. 1728.). Bonnet hingegen bestreitet diese Vergleichung, weil er Dinte aus den Gefässen des Stammes in die des angewachsenen Pfropfreises ohne Veränderung übergehen sah (Oeuvr. d' Hist. nat. II. 464.). Wie dem auch sey, so ist einleuchtend einerseits, dass der veredelnde Erfolg der Operation nicht allein auf dem parasitischen Leben eines edleren Impflings beruhe, sondern dass sie auch an und für sich eine Veredlung bewirke, insofern sie das Absteigen der Rindensäfte verzögert. Es kann daher, damit dieser Fall schon in einigem Grade eintrete, das Pfropfreis von dem nemlichen Subjecte, auf den es gesetzt wird, genommen seyn und so erhielt man z. B. vortreffliche Früchte von Johannisbeersträuchern, nachdem man sie zum viertenmale auf die angezeigte Weise gepfropfet hatte (Hermbst. Arch. d. Agricult. Chemie 1. B. 2. H.).

§. 194.

Erscheinungen bey Monocotyledonen.

Beym Monocotyledonenstamme hat ein Druck, eine Unterbindung, oder ein ringförmiges Einschneiden der äussersten Schicht von Faser- und Zellengewebe, welche einige Aehnlichkeit mit einer Rinde hat, keine Anschwellung oberhalb des Einschnittes oder Druckes zur Folge. Am Stamme von Dracaena, Aloë, Yucca gelang es Mirbel nicht durch Ligaturen eine solche hervorzubringen (Elem. 121.) und im Pariser Museum zeigt man einen Palmenstamm, welcher von den kräftigen Aesten einer Banhinia fest umschlungen ist, ohne dass dieser bedeutende Druck den geringsten Wulst an den gedrückten Stellen zuwege gebracht hätte (Mirb. l. c. t. 19. f. 1.). Als Ursache giebt Mirbel an: weil jeder Gefässbündel der Monocotyledonen gewissermaassen als der gesammte Holzkörper der Dicotyledonen betrachtet werden könne, umgeben von Zellgewebe, worin der Bildungssaft sich absetze; Decandolle (Phys. I. 161.) weil die zuletzt gebildeten zelligen Theile, wodurch der Nahrungssaft abzusteigen scheint, hier

Digitized by Google

im Innern liegen und nicht an der Aussenseite des Stammes, wie bey den Dicotyledonen; Dupetit-Thouars (Ess. 29. 145.) weil die Knospe, der vitale Punct im Blattwinkel, von welchem aus die Fibern sich abwärts verlängern, schlafend sey und nur unter besonders günstigen Umständen zur Entwicklung komme. Aber der Ansicht von Decandolle steht entgegen, dass nicht die innere, sondern die äussere Gefässsubstanz der Monocotyledonen die zuletztgebildete ist und der von Dupetit-Thouars, dass die Blätter eben so gut vitale Puncte sind, als die Knospen und die Zweige. Auch bey den Monocotyledonen geht durch ihre Wirkung ein Absteigen des Safts an den äusseren Stammtheilen vor sich und wenn dadurch keine Anschwellung über einem Ringschnitte entsteht, so liegt der Grund davon unstreitig in der zerstreuten Stellung der Faser- und Gefäss-Bündel, vermöge deren dem Safte immer zahlreiche Wege für sein Absteigen offen bleiben. Mit Recht bemerkt daher Dupetit-Thouars, dass dennoch die Bildung der Zwiebeln am Blattgrunde hier einen ähnlichen Vorgang wie bey den Dicotyledonen darthue. Wie nemlich bey Dicotyledonen z. B. dem Sauerklee, so siehet man auch bey den monocotyledonischen Zwiebelgewächsen: wie gegen die Ruhezeit der Vegetation aller Saft der Blätter gegen das untere Ende sich zieht und es anschwellen macht, während das obere Ende vertrocknet. Man muss daher sagen, dass bey den Monocotyledonen die zurückführende Thätigkeit nicht, wie bey den Dicotyledonen, auf bestimmte Systeme, deren der Stamm ermangelt, eingeschränkt sey und darin liegt wohl die Ursache, dass die Operationen des Pfropfens und Copulirens hier bis jetzt nicht gelingen wollen. Allein ein Versuch, den man gemacht, Dracaena ferrea auf D. terminalis zu impfen, wenn auch nicht gelungen, giebt doch zum Gelingen Hoffnung, und das Nemliche ist von Yucca (Dec. l. c. II. 785.) zu vermuthen. Man kann, wie S. Simon erzählt, zwey Blüthenstengel von Hyacinthen verwachsen und also zweyerley Blüthen tragen machen, wenn man zwey Zwiebeln vor dem Austreiben der Länge nach mitten durch schneidet und die verschiedenen Hälften genau vereiniget, ehe man sie legt (D. Jacinthes 124.).

Digitized by Google

§. 195.

Ort des Absteigens der Rindensäfte.

Es scheint aber nicht, dass die ganze Rinde, sondern vielmehr, dass nur ein Theil derselben der Sitz der absteigenden Saftbewegung bey den Dicotyledonen sey: welcher ist dieser? Mein Bruder hat mit Gründen die Ansicht zu unterstützen gesucht, dass das Absteigen nicht im äusseren zelligen Theile der Rinde geschehe, sondern im inneren, dem Baste (Biol. IV. 60.). Dass es auch so sey ist insofern wahrscheinlich, als er durch Absetzung gerinnbarer Materie und, was davon abhängt, durch Bildung neuer Theile hier seine Anwesenheit am deutlichsten zu erkennen giebt, und dann, weil beym Pfropfen hier vor Allem eine genaue Vereinigung der Rinde von beyden Individuen nothwendig ist. Sprengel lässt ihn zwischen Bast und Holz hinabsteigen (V. Bau 440.), was, wenn es einen Sinn haben soll, da an erwähnter Stelle doch keine Lücke ist, nur von der innersten krautartigen Substanz des Bastes kann verstanden werden. T. A. Knight fand im Blattstengel mehrerer Bäume die Bündel, so gefärbte Flüssigkeiten aus dem Stamme in die Blätter führen, von andern umgeben, welche, frey von Färbung, ein anderes Fluidum zu führen schienen und dabey abwärts in die innere Rinde des Stammes sich verfolgen liessen, ohne mit den Röhren des Holzes eine Verbindung zu haben (M. Beytr. 100. 101.). Und von den Blättern sah er, so wie sie wuchsen, Gefässe, denen gleich, welche von den Saamenblättern ins Würzelchen gehen, in die Rinde des Stammes hinabsteigen: beyde, glaubt er, müssten ein ähnliches Fluidum führen, dessen Strom bey den Rindengefässen stets gegen die Wurzel werde gerichtet seyn (A. a. O. 210.). Es scheinen demnach die fibrösen Röhren, so bekanntlich in Bündeln die Rinde durchziehen und dabey vielfache Krümmungen machen, vermöge deren sie sich verbinden und wieder trennen, jene Rindengefässe zu seyn, welche nach der Ansicht von Knight den Saft zurückführen sollen. Allein abgerechnet, dass dieser Elementartheil überhaupt nicht für eine Bewegung des Safts geeignet scheint, so sind die fibrösen Röhren der Rinde von

Digitized by Google

denen des Holzes in keinem Stücke verschieden und es lässt sich daher nicht wohl denken, dass beyde einer so sehr verschiedenen Verrichtung entsprechen sollten, als angenommen werden müsste. Ueberhaupt da der gerinnbare Saft seine Umbildung aus dem rohen Safte im Zellgewebe der Blätter erhält und Zellgewebe das allgemeine Organ ist, in welchem er die Reizbarkeit und die darauf sich gründenden Bewegungen unterhält, in der Art, dass er ausser demselben nicht in der Pflanze angetroffen wird: so darf nicht bezweifelt werden, dass er in demselben auch absteige und zwar vermöge einer Durchdringung der Zellenhäute, wie früher angedeutet worden. C. Pollini hält dafür, dass er ein regelmässiges Absteigen nicht nur in der Rinde, sondern auch im Splinte habe (Vegetaz. degli alberi 127.): allein diese letzte Art seiner Bewegung ist von T. A. Knight mit Recht nur für den Fall, wo die Rinde eine ringförmige Lücke hat, zugelassen worden.

§. 196.

Ursache des Absteigens.

Die Ursache, welche den Rindensaft absteigen macht, ist unstreitig von entgegengesetzter Art mit der, welche ihn zum Steigen veranlasset. Wirkt also diese der Schwere darin entgegen, so bietet sich ungesucht die Vermuthung dar, dass jene mit der Schwere verwandt oder sie selber seyn möge. Auch ist dieses die Ansicht von T. A. Knight; er findet wie für das Absteigen das Würzelchen beym Keimen, so für jene Bewegung des Rindensafts die Hauptursache in der Schwere, womit der Saft stets gegen die tiefsten Theile der Pflanze hingezogen wird. Ihr schreibt er zu das rasche Wachsthum perpendiculairer Schösslinge und er glaubt, dass überhaupt von ihr die Pflanzenkörper so gut, wie die unorganische Materie, mehr oder minder ihre Gestalt bekommen. Besonders leitet er die Eigenschaft horizontaler Zweige an Fruchtbäumen, sich langsamer zu verlängern und mehr Blüthen und Früchte, als die aufrechtwachsenden hervorzubringen, daraus ab, dass der Rindensaft hier, durch seine Schwere zurückgehalten, dem Hauptstamme sparsam zurückgegeben und daher

Digitized by Google

in grösserem Maasse zur Bildung von Blüthen und Früchten verwandt wird (M. Beytr. 139.). Auch lässt sich dieser Einfluss der Schwere bey Ansetzung neuer Substanz, wie ich glaube, nicht verkennen. Horizontale Zweige, oder solche, so dieser Richtung sich mehr und minder annähern, haben ihre Holz- und Rindenlagen an der, dem Erdboden zugekehrten Seite immer beträchtlich dicker und oft noch einmal so dick, als an den oberen, vermöge Anhäufung des absteigenden Nahrungssaftes an dem tiefsten Puncten. Es ist auch die Ansicht von Knight allgemein in die Praxis wohlunterrichteter Gärtner übergegangen, indem man den Zweigen der Fruchtbäume, wenn sie reichlich tragen sollen, möglichst die horizontale Richtung zu geben und die senkrechten Schösslinge wegzunehmen pflegt (Lond. Hortic. Transact. I. 237.). Ferner findet man immer an derjenigen Seite, wo ein Baum die meisten Zweige, und folglich die meisten Blätter hat, auch die dickste, saftreichste Rinde, so wie die meisten und stärksten Wurzeln (Duham. Arbr. fruitiers I. 69.): da hingegen, wo er durch eine Mauer, durch Ziehen am Spalier, durch zu grosse Nähe anderer höherer Bäume, an der Bildung von Zweigen gegen gewisse Seiten verhindert wird, die Rinde abwärts betrachtet, an solchen Seiten immer dünn bleibt, von Trockenheit Spalten bekommt und den Holzkörper entblösset. Dieses Fliessen des Rindensaftes in einer Richtung, welche mit der der Schwere ganz übereinstimmt, so dass er dabey, sich selber überlassen, gegen keine der Seiten ausweicht, deutet ebenfalls die Wirkung dieser Kraft bey jener Bewegung an.

§. 197.

Nicht die Schwere des Rindensaftes.

Allein schon Duhamel überzeugte sich durch einen Versuch, dass sie nicht die einzige dabey wirkende seyn könne. An zurückgebogenen, und in dieser Lage festgehaltenen Zweigen von jungen Ulmenbäumen machte er Unterbindungen und Einschnitte der Rinde: wovon der Erfolg war, dass die Geschwulst nicht am oberen, sondern am unteren Theile der Unterbrechung, mit einem Worte da sich bildete, wo sie

Digitized by Google

sich auch gebildet haben würde, wenn die Zweige ihre natürliche Lage behalten hätten (Duham. Phys. II. 108. t. XIV. f. 129.). Hier war also die Bewegung des Rindensafts offenbar durch eine der Schwere entgegenwirkende Kraft vor sich gegangen. Hängende Zweige von Birken, Hänge-Eschen, Trauer-Weiden werden ernährt und wachsen, wie andere die aufrecht sind, und doch kann bey ihnen die Bewegung des Rindensafts nur in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung geschehen. T. A. Knight änderte den Versuch von Duhamel ab. Er gab Weinreben eine abhängige Lage und senkte ihre Spitze dann in Töpfe mit Erde, so dass sie Wurzeln darin schlugen. Dann trennte er sie vom Mutterstamme und fand nun, dass neues Holz über jedem Absatze sich anzusetzen fortfuhr (M. Beytr. 150.). Eben dieses war der Fall mit umgekehrt gepflanzten Schnittlingen vom Johannisbeerstrauche. Nachdem sie bewurzelt, bildeten auch sie neue Substanz über den Austrittsstellen der neuen Triebe: doch durften sie nicht zu lang seyn, denn sonst hörte die Vegetation an ihren vom Erdboden entfernteren Theilen auf (Das. 154.). Pollini wiederholte Duhamels Experiment mit einiger Veränderung an Platanenzweigen, die er umgekehrt an der Spitze Wurzel schlagen liess und in der Mitte ringelte. Nachdem solche bewurzelt und durch Trennung von der Mutterpflanze, unter Belassung etlicher ihrer Nebenäste, selbstständige Individuen geworden waren, blieb ihnen die natürliche Bewegungsart des Rindensafts und eine Verdickung der Rinde wurde nun unterhalb, statt oberhalb des Ringschnittes wahrgenommen (Sagg. s. vegetaz. d. alberi 142—145.). Das Auffallende dieses Erfolges hat Decandolle veranlasset, denselben in einigen Zweifel zu stellen (L. c. I. 149.): allein er wiederholte sich jenem Beobachter mit allen Umständen in Versuchen, so er etliche Jahre später an der nemlichen Baumart machte, indem er, wie früher, die Ringschnitte im Frühlinge an zwey mit etlichen Nebenzweigen versehenen Absenkern practicirte. Der Wulst erschien wiederum an dem Rande der Ringe, welcher der bewurzelten Spitze des Absenkers am nächsten war und nur ein sehr kleiner im August an dem entgegengesetzten, so dass

Digitized by Google

im Herbste die Wunde fast allein durch Ausdehnung des ersten vernarbt war. Ausserdem zeigte sich daran zweyerley Bemerkenswerthes: es waren die Absenker, vermöge neuangelegter Splintlagen an ihrem oberen Theile in zunehmendem Verhältnisse dicker, als am unteren; ferner hatte nicht nur der Stumpf, wodurch der Absenker von der Matterpflanze getrennt worden, oberhalb des letzten Nebenzweiges ebenfalls an Umfang zugenommen, sondern es war auch an der Oberfläche des Abschnittes der blossgelegte Holzkörper durch einen aus der Rinde gedrungenen ringförmigen Wulst zum grössten Theile bedeckt worden (C. Pollini sopra la theoria del Sr. Gallesio; Bibl. Ital. 1818.). Da solchergestalt aus Erfahrungen aufs Entschiedenste sich ergiebt, dass der Rindensaft der Schwere entgegen sich bewegen könne, so hat T. A. Knight noch andere Naturkräfte herbeygezogen, welche entweder die Wirkung der Schwere unterstützen, wenn sie in gleicher Richtung mit ihr wirken, oder sie dem grössten Theile nach aufheben und die gegentheilige eintreten machen können, wenn sie in der entgegengesetzten Richtung thätig sind.

§. 198.

Sondern das gestörte Gleichgewicht der Bildung.

Als solche Potenzen werden von Knight genannt: Bewegung des Stammes oder Zweiges z. B. durch Winde oder andere Naturkräfte; die Haarröhrenanziehung und eine vermuthliche Eigenthümlichkeit in der Bildung der Rindengefässe selber (Das. 130.), welche macht, dass sie ihre Flüssigkeiten besser in der Richtung gegen den Stamm, als gegen die Spitze des Zweiges fortzutreiben vermögen. Dieser Eigenthümlichkeit glaubt er gewisse Klappen entsprechend, mit welchen die von ihm sogenannten Rindengefässe, gleich den Venen der thierischen Körper, denen jene in vieler Hinsicht vergleichbar, versehen seyen, die jedoch ausser den Gränzen der Beobachtung lägen (Das. 155.). Allein hier giebt man der Hypothese zu viel Spielraum. Es ist nicht erweislich, dass der Rindensaft sich besonderer Gefässe bediene: im Zellgewebe bildet er sich, in ihm hat er also auch Bewegung.

Digitized by Google

Wir sehen zellige Theile ohne Beyhülfe von fibrösen Röhren und Gefässen leben und wachsen; wir sehen vollständige, wenn auch unvollkommne Gewächse, aus blossem Zellgewebe bestehend, Wurzeln und andere Theile bilden, was eine absteigende Bewegung des zur Bildung dienenden Saftes voraussetzt. An und für sich jedoch hat die Saftbewegung im Zellgewebe diese bestimmte Richtung nicht, es muss also eine Ursache da seyn, welche ihr in der Rinde solche giebt. Diese ist das, immer gestörte und wiederhergestellte, bestimmte Verhältniss zwischen den aufsteigenden und den absteigenden Theilen des Vegetabile, der Gegensatz in der zwiefachen Ausdehnung desselben, vermöge dessen, umsoviel einerseits durch Zweige und Blätter, es andrerseits durch Wurzeln sich zu strecken genöthiget ist. In ihm drückt, wie ich mir vorstelle, das fortgesetzte Gegeneinanderwirken derjenigen Kräfte sich aus, welche das erste Wachsthum des Lebenden überhaupt hervorbringen, der fortstossenden im Mittelpuncte, der rückwirkenden im Umfange. Wie daher das Aufsteigen des Saftes in der Gefässsubstanz vom ersten, so ist das Absteigen in der Rinde vom zweyten eine nothwendige Folge und beyde müssen correspondiren. Aber darum braucht das Maximum ihrer Wirkung keinesweges in einen und den nemlichen Zeitpunct zu fallen, im Gegentheile lässt alles vermuthen, dass Auf- und Absteigen des Safts, bis auf einen gewissen Grad, mit einander abwechseln. Patr. Blair hat beobachtet (Bot. Ess. 379.), dass, wenn bey den Bäumen der Frühjahrsschössling im Sommer zu wachsen aufhört, die Fibern der Wurzel sich verlängern: zu welcher Zeit daher ein Baum, unter gehöriger Vorsicht, so gut sich versetzen lässt, als in der Winterruhe. Sobald aber der Herbsttrieb sich ausstreckt, hört die Wurzel wieder auf, neue Bildungen zu machen bis zum Frühjahre, wo sie mit Aussendung neuer Fibern wie der Embryo beym Keimen und die Zwiebel beym Vegetiren, das Wachsthum beginnt. Während nun die Ausbildung der Zweige und Blätter mit Kraft vor sich geht, ist die Wurzelbildung zurückgehalten und folglich das Gleichgewicht wiederum aufgehoben. Dieses herzustellen bewegt ein Saftstrom sich von den Blättern abwärts, wodurch nun abermals die

Digitized by Google

wurzelnde Seite, so wie die davon abhängenden Organe des Stammes, ausgebildet werden.

§. 199.

Horizontale Bewegung des Rindensafts von Aussen nach Innen.

Ausser der absteigenden Bewegung hat der Rindensaft auch eine horizontale, deren Sitz die Markstrahlen des Bastes und Holzes sind. Für die Wirklichkeit derselben kann jedoch der Grund nicht gelten, den Vanmarum für eine solche Bewegung des Pflanzensafts überhaupt darin findet, dass abgeschnittene Zweige im Wasser sich weit länger frisch erhalten, wenn der Theil, womit sie eingesenkt, seiner Rinde beraubt, als wenn er noch damit versehen ist (De motu fluid. §. 38.): indem die Rinde, als ein zelliger Theil, bekanntlich keine rohe, sondern nur assimilirte Fluida aufnimmt. Dasselbe gilt von den Markstrahlen, als Blättern vom Zellgewebe, deren Zellen in horizontalen Reihen zusammenhängen, welche vom krautartigen Theile der Rinde zum Marke ohne Unterbrechung sich ausdehnen. Sie werden daher ebenfalls nur assimilirte Säfte aufnehmen und fortführen, nemlich die Rindensäfte, welche, durch sie von Aussen nach Innen bewegt, in alle Theile des Holzes bis ins Mark, gelangen. An isolirten Rindenstücken sah deshalb T. A. Knight in einigen Fällen nicht bloss den unteren Rand verdickt, sondern auch den oberen, indem er vermuthet, dass, abgerechnet, was auf die Wirkung der Rinde selber zu setzen seyn möge, eine Portion Rindensaft an der entrindeten Stelle abwärts durch den Splint gegangen sey (M. Beytr. 145.). Auch ward diese Vermuthung dadurch bestätiget, dass der Splint an der entrindeten Stelle in seiner specifischen Schwere zugenommen hatte (Das. 211.). Ein solches Eindringen des Rindensaftes ins Holz aber kann begreiflicherweise nicht Statt finden ohne dessen gleichzeitige Bewegung von Aussen nach Innen. Für eine solche liegen auch Gründe am Tage in der Nothwendigkeit einer Absetzung gerinnbarer Materie in den Splint für eine künftige Vegetationsperiode, in den Erscheinungen, welche das Reifen des Holzes begleiten, und in der

Digitized by Google

Verhärtung des Markes. Das ernährende Fluidum, welches durch die Blätter im Sommer gebildet worden, wird allem Anscheine nach gegen den Winter im verdickten Zustande im Splinte abgelagert, um im Frühjahre, im aufsteigenden Safte aufgelöset, die Materie für die Bildung neuer Blätter herzugeben (T. A. Knight a. a. O. 160.). Seine Gegenwart verräth sich dann durch eine grössere specifische Schwere der Holzsubstanz und durch ihren grösseren Gehalt an Extractivstoff (Das. 165—67.): ja es scheint, als sey die körnige Materie, womit man die Splintröhren zu dieser Zeit angefüllt sieht, nichts anders, als eben der concrete Zustand, worin jene Materie allein der Aufbewahrung fähig ist. Das Reifen des Holzes ist ein Vorgang, der in den Bereich der Wirkungen des Lebens fällt, da ein Baum unter gleichen Umständen desto mehr reifes Holz bildet, je kräftiger er wächset. Es nimmt in den innersten Holzlagen seinen Anfang und schreitet, wie der Baum an Dicke zunimmt, gegen die äusseren Lagen fort, jedoch nicht gleichförmig, indem nicht selten die Lagen auf der einen Seite noch Splint, auf der andern schon reifes Holz sind, ja eine und die nemliche Lage in ihrem äusseren Theile noch Splint seyn kann, während sie in dem inneren schon gereift ist. Rechnet man dazu, dass mit dem Reifen ein Verhärten der Markstrahlen verbunden ist, so ihrem Reichthume an gerinnbarem Safte zugeschrieben werden muss, so darf man nicht zweifeln, dass dasselbe in der Thätigkeit dieser Organe in Zuführung des Rindensaftes seinen Grund habe. Eben dieses lässt sich von der Verhärtung des Markes sagen, welche nur in Bäumen, die reifes Holz machen, und gleichzeitig mit dem Reifen, geschieht, zu einer Zeit, wo das Mark längst aufgehört hat thätig zu seyn, und nur noch den Materien, die seitwärts in dasselbe ergossen werden, zum Depot dienen kann.

§. 200.

Und von Innen nach Aussen.

Aber auch in der Richtung von Innen nach Aussen geht unter andern Umständen die horizontale Bewegung des Rindensafts vor sich. Eine seiner Wirkungen dieser Art ist das

Digitized by Google

lockere Anhängen der Rinde am Splinte, welches gegen Ende der Periode des Steigens einfällt und deshalb nicht, wie Vanmarum glaubt, Wirkung des absteigenden Saftes seyn kann. Aber gewiss ist es auch vom Absteigen des Rindensaftes nicht unmittelbar Folge, da es zu einer Zeit eintritt, wo die Blätter ihr Geschäft erst anfangen, und von den unteren Theilen des Stammes zu den oberen fortschreitet. Es kann vielmehr nur dem flüssiggewordenen, von Innen nach Aussen bewegten Safte der Markstrahlen zugeschrieben werden. Eben dieses gilt von demjenigen seltenen Phänomene, wovon unter dem Namen der Reproduction der Rinde bey Duhamel (L. c. II. 42.) und Knight (A. a. O. 223. 228.) die Rede ist. Die Oberfläche des entblössten Splints bedeckt sich dabey mit einem gallertartigen Fluidum, welches aus den Endungen der Markstrahlen anfangs in getrennten Portionen hervordringt, die aber allmählig in eine gleichförmige Masse sich vereinigen und eine zellige Organisation annehmen. Endlich ist auch an den Ursprung der Knospen zu erinnern, der sich im Splinte zuerst in Gestalt eines grünen zelligen Streifens zeigt: dieser erweitert sich von Innen nach Aussen und verdankt offenbar einer Thätigkeit der Markstrahlen in dieser Richtung seine Entstehung. Es ergeben sich aus dem Bisherigen also die Verrichtungen des Rindensafts in seiner absteigenden, wie horizontalen Bewegung. In der ersten Beziehung hat er eine neue Lage von Splint und Rinde zu bilden und in der neuen Rinde die Materie zu deponiren, durch welche, nachdem jene Bildung beendigt ist, die Verlängerung der Wurzel bewirkt wird; Vorgänge, welche in krautartigen Gewächsen nicht getrennt erscheinen, sondern in einander verfliessen. Im zweyten Acte seiner Thätigkeit hat er einerseits das Reifen des Holzes und das Verhärten des Markes zu bewirken und den Splint mit neuer Materie, behufs der Assimilation des aufsteigenden Safts zu versehen, andrerseits durch Lösen der Rinde vom Holze den ersten Antrieb zum Absteigen zu geben und Seitenbildungen an der Oberfläche des Holzkörpers möglich zu machen. Einige wollen die Bewegung des Rindensafts nicht auf die absteigende beschränken, sondern er soll sich auch aufwärts, kurz überall hin bewegen können, wohin ihn das Bedürfniss

Digitized by Google

die Theile zu ernähren und wachsen zu machen, ziehet. Dieses ist z. B. die Meynung von H. D. Moldenhawer (L. c. §. 20.) und Link, wiewohl er die absteigende Bewegung der Rindensäfte anerkennt, hält sie doch nicht mit Ausschliessung der übrigen für die einzige, indem die Säfte, sagt er, überall dahin sich bewegen, wohin der Bildungstrieb gerichtet ist (Elem. §. 202.). Allein Duhamels Versuche beweisen, wie es scheint, zur Genüge, dass die Wurzeln nur durch den absteigenden, die Knospen nur durch den aufsteigenden Saft ernährt und ausgebildet werden (L. c. II. 122.) und man muss daher mit T. A. Knight, wie ich glaube, annehmen, dass für neue Theile von der aufsteigenden Art das Rudiment und die Materie durch den absteigenden Saft erst angelegt seyn müsse, aber nur durch den aufsteigenden entwickelt werden könne, dass hingegen für die absteigenden Organe es solcher Anlagen im Allgemeinen nicht bedürfe. Nichts, sagt er, streitet mehr gegen alle Analogie, als zu glauben, dass das Blatt das Material seiner Bildung unmittelbar aus dem rohen Safte bereite (M. Beytr. 171.).

§. 201.

Circulation der Säftemasse.

Wenn aber ein Saft im Holzkörper aufwärts, in der Rinde abwärts sich bewegt und beyde Bewegungen sowohl bis zu den äussersten Enden des Gewächses, als bis zum Mittelpuncte desselben sich erstrecken: kann man dieses eine Circulation nennen? In einem etwas andern Sinne schrieben Mariotte, Major, Parent und andere ihrer Zeitgenossen solche den Pflanzen zu: ja Patrik Blair glaubt so einleuchtend, dass er meynt, es könne für die Folge darüber kein Zweifel mehr obwalten, dargethan zu haben, dass der Saft bey den Pflanzen in einer eben so freyen Circulation sey, als das Blut bey den Thieren. Die correspondirenden Bewegungen desselben in Holz und Rinde bildeten dieses gemeinsame Circulationssystem und die Röhren dieser beyden, obwohl so verschiedenen Substanzen, hätten eine eben solche Verbindung unter sich, als wodurch bey den Thieren zwischen Arterien und Venen der Blutumlauf unterhalten werde (Bot. Ess.

Digitized by Google

388—91.). Hales hat diese Vorstellungsart bestritten und Duhamel sie mit gewohnter Gründlichkeit erwogen (L. c. II. 312 u. folg.). Man müsse, bemerkt dieser, vor Allem erklären, was man unter Circulation verstehe. Die allgemeine Bewegung in der Natur werde durch ein Fliessen und Zurückfliessen der Elemente unterhalten, und so sage man z. B. dass das Wasser circulire, indem es, als Dunst in die Höhe gehoben, als Regen oder Alpenbach wieder herabkommt. Eigentlicher aber, als diese, figürlich zu verstehende, Circulation, sey dergleichen zu nennen, wenn die Bewegung durch Canäle geschehe, die in sich selber zurückkehren, wie im thierischen Körper, wo das Blut nicht nur in Arterien und Venen hin- und zurückströmt, sondern wo auch diese Röhren an ihren beyderseitigen Enden in einander übergehen und der nemliche Saft, obwohl verändert durch die Röhren der andern Art zurückkehrt. Blair hat einen Kreislauf des Pflanzensafts offenbar in diesem letzten Sinne angenommen: allein Duhamel findet, dass alle Gründe, welche für einen solchen beygebracht werden, nur die Circulation im ersten uneigentlichen Sinne darthun, die auch nicht zu bezweifeln ist. Andere Gründe haben wohl einiges für sich, z. B. dass der Saftersatz durch die Wurzel in der Art, dass derselbe dem bereits vorhandenen und bewegten sich zumische, denkbarer ist, als so, dass er ohne solche Verbindung in die Zellen- oder Gefässsubstanz aufgenommen werde: allein auf solche Gründe, welche Duhamel Gründe der Schicklichkeit (raisons de convenance) nennt, ist nach seiner Ansicht nicht viel Gewicht zu legen. Dieser Art die Frage zu entscheiden, dürfte wenig hinzuzusetzen seyn. Nicht darauf beruhet in der Physiologie thierischer Körper die Lehre von der Circulation, dass das Blut in den Arterien hin, in den Venen zurückfliesst, sondern darauf, dass beyde Gefässarten an den Enden zusammenmünden, dass man den Uebergang des Bluts aus der einen in die andere beobachtet, dass durch eine Oeffnung des Gefässystems die gesammte Blutmasse sich zu ergiessen vermag: etwas dieser Art aber ist bey den Pflanzen noch nicht beobachtet worden. Man kann an den Wurzel- und Zweigspitzen ungefähr den Anfang und das Ende der Gefässe und also der

Digitized by Google

Thätigkeit, welche dem Aufsteigen der Säfte vorsteht, angeben: allein auf ähnliche Art die beyderseitigen Gränzen des zurückführenden Systems anzugeben, ist nicht möglich. Eben so wenig lässt sich behaupten, dass der aufsteigende und der absteigende Pflanzensaft dem Materiellen nach in dem nemlichen Verhältnisse zu einander stehen, als das arteriöse und das venöse Blut der Thiere. Es ist vielmehr jeder Saft ein besonderer, neuhervorgebrachter, wenn gleich der aufsteigende zur Bildung des absteigenden, wie dieser zur Bildung von jenem, ein Material hergeben muss. Ist es daher nur uneigentlicher und bedingter Weise zu verstehen, wenn wir sagen, dass der im Holze aufgestiegene Saft in der Rinde wieder absteige: so dürfte dieses in Verbindung mit dem Aufsteigen noch weniger eine Circulation des Saftes, wobey man immer die den Thierkörpern gewöhnliche sich vorzustellen gewohnt ist, zu nennen seyn.

§. 202.

C. H. Schulzens Cyclose.

Ganz verschieden von dieser ist eine andere Art der Circulation, welche, wenn wir C. H. Schulz Glauben beymessen wollen, auf eine sichtbare Weise im Innern der Gewächse vor sich geht. Die erste Darlegung dieser Lehre, so wie der Beobachtungen, worauf sie gebauet ist, findet sich in mehreren Schriften des genannten Verfassers (Ueb. den Kreislauf des Saftes im Schöllkraute u. s. w. Berl. 1822. — Erläuterungen dieser Schrift. Das. 1824. — Die Natur d. leb. Pflanze 1. Th.) und folgendes ist darin die Hauptsache. In den krautartigen Theilen von Gewächsen, welche einen Milchsaft führen z. B. in Wurzel, Kraut, Blüththeilen, unreifen Früchten des Schöllkrautes, in der Rinde von Zweigen des Acer platanoides und Rhus typhinum, zeigte dieser Milchsaft eine Bewegung von bestimmter, immer sich wiederholender Art. Wurden nemlich jene, wenn sie noch mit der Pflanze zusammenhingen, diese in dünnen Abschnitten, gleich nachdem sie genommen worden, unter dem Microscope bey einfallendem Sonnenlichte betrachtet, so erschien diese Bewegung des Safts in Rohren, welche z. B. dem Gea-

Digitized by Google

der der blattartigen Theile folgten, von zwiefacher Art, nemlich als eine fortschreitende und zugleich als eine innerliche. Jene ging vorzugsweise nach zwey Richtungen vor sich, nemlich nach oben und nach unten in zweyerley, neben einander gelagerten Gefässen, welche ausser der verschiedenen Richtung ihrer Saftströme sich nicht unterschieden, auch sich unter einander verbanden durch häufige Anastomosen, vermöge deren der aufsteigende Saft unmittelbar zu dem absteigenden überging. Diese Bewegung war nach Alter des Theiles, Verschiedenheit der Jahrszeit und der Luftwärme stärker oder schwächer. Die innerliche Bewegung verrieth sich durch ein Zittern und Flimmern der Kügelchen, welche sich in jedem Milchsafte wahrnehmen liessen. Die späteren Darstellungen des Urhebers dieser Theorie (Zwey Briefe an Hrn. Decandolle; Flora 1828. N. 2. 3. 9. Lettre s. l. circul. d. fluides d. l. vegetaux: Ann. d. Sc. nat. XXII. 75.) sind von der frühern in einigen Stücken verschieden. Nicht bloss die Milch soll sich bewegen, sondern auch andere, deren Stelle ersetzende, Flüssigkeiten in den Pflanzen. Auf den nothwendigen Einfall des Sonnenlichts wird nicht mehr bestanden. Von jener innerlichen „zitternden und flimmernden" Bewegung, als einem die Circulation des Milchsaftes (Lebenssaftes, latex) begleitenden Phänomen, ist nun auf eine bestimmte Art nicht weiter die Rede, sondern es wird bloss erinnert: dass bey den unvollkommenen Gewächsen eine blosse Drehung (tournoiement) des Lebenssaftes um eine Achse wahrgenommen werde, hingegen bey den vollkommneren, so Monocotyledonen, wie Dicotyledonen, eine wahre Circulation (Cyclose) Statt habe in besondern Gefässen, welche Lebensgefässe genannt werden und die durch ihre Seitenverbindungen ein Netz darstellen sollen von verschiedener Anordnung der Theile.

§. 203.

Urtheile der Zeitgenossen davon.

Diese Lehre, mit ungewöhnlicher Beredsamkeit dem Publicum dargeboten, musste gleich bey ihrer Erscheinung bedeutendes Aufsehen erregen und die Ansicht, für und wider sehr

Digitized by Google

theilen. Link in einer Vorrede zu der ersten Schulzischen Schrift erklärt, dass er sowohl das Fortströmen des Saftes, als die innerliche Bewegung der Kügelchen desselben, wie Schulz sie dort angegeben, wahrgenommen habe und er beruft sich zugleich auf das Zeugniss von Rudolphi. Dieser hat jedoch öffentlich (Grundr. d. Physiol. III. 316—19.) gegen des genannten Schriftstellers Art zu beobachten und aufzutreten, überhaupt gegen alle Beobachtungen durch das Microscop im Sonnenlichte, besonders aber gegen die vermeynte innere Bewegung der Pflanzen- und Thiersäfte, sich sehr ungünstig ausgesprochen. Hayne beobachtete zwar keine Circulation, wohl aber eine fortrückende *) Bewegung des Milchsafts. In einem zu Anfange des J. 1824 geschriebenen Aufsatze (Zeitschr. f. Physiol. I. 147.) machte ich den eigenen Saft der Pflanzen, seine Natur, seine Behälter, seine Bewegungen zum Gegenstande einer Untersuchung. In Folge von zahlreichen Beobachtungen, so ich in den Jahren 1822 und 1823 angestellt, musste ich die fortrückende Bewegung des Milchsafts in seinen Gefässen, wenn, durch irgend eine Aufhebung des Zusammenhangs darin, ihm ein Ausweg gegeben worden, anerkennen, die daraus geschlossene Circulation aber, so wie eine sichtbare innerliche Bewegung, läugnen. Diese nemlich erschien mir deutlich als ein optischer Betrug, dadurch hervorgebracht, dass die in der Milch schwimmenden Theilchen beym Fortrücken sich über einander schieben, wodurch, wie Jedermann durch einen Versuch, besonders bey einfallendem Sonnenlichte sich überzeugen kann,

*) In dem gleich zu erwähnenden Aufsatze, wo ich die bezügliche Stelle aus einem Schreiben meines seligen Freundes mittheilte, ist aus „fortrückende" durch einen Druckfehler „fortrudernde" geworden. Obschon aus dem ganzen Zusammenhange und aus dem, was weiter folgt, die rechte Lesart sich deutlich ergiebt, hat dennoch Meyen den Druckfehler nicht bemerkt, indem er (Linnäa 2. Jahrg. 661.) sagt: Hayne habe die Schulzische Beobachtung verbessern wollen, indem er sie nicht eine circulirende, sondern eine fortrudernde nenne und Agardh hat diese Angabe aus Meyens Aufsatze (Biol. d. Pflanzen 94.) wiederholt.

Digitized by Google

unter dem Miscroscope der Anschein einer innerlichen wallenden Bewegung entsteht. Im Jahr 1827 erschien eine Abhandlung von Meyen (Ueb. den Lebenssaft in den Pflanzen; Linnäa 2. Jahrg.), worin der Verfasser jene Circulation ungefähr so, wie sie von Schulz dargestellt worden, anerkennt. Verworren, weitschweifig, absprechend, an Kraftausdrücken reich, an Thatsachen arm, giebt dieser Aufsatz ein Muster, wie man in einer Materie von dieser Art nicht schreiben soll und auch da derselbe vom Verfasser in seine Phytotomie, mit wörtlicher Beybehaltung dessen, was das Wichtigste schien, nur mit Wegschneidung der Auswüchse, drey Jahre später aufgenommen ward, ist von Beobachtungen nichts hinzugekommen. Eben dieses lässt sich sagen von den beyden, im Jahr 1827 und 1828 erschienenen, zwey Schreiben von Schulz an Decandolle: ihm und Tiedemann hatte nemlich Schulz seine Versuche in München bey Anwesenheit der Naturforscher daselbst, gezeigt und beyde erklärten sich mit den Beobachtungen einverstanden (Decand. Phys. veg. I. 266. Tiedem. Physiol. I. 546.). Im Jahr 1830 legte Schulz in der Hauptstadt Frankreichs seine Entdeckung einer von der Academie der Wissenschaften ernannten Commission vor, die aus den Herren Cassini und Mirbel bestand. Der Bericht war der innerlichen Bewegung des Milchsaftes nicht günstig, ohne sie grade zu läugnen: aber Gefässe wurden erkannt, in welchen der undurchsichtige, mit zahlreichen Körnern erfüllte, Saft in entgegengesetzten Richtungen während einiger Minuten sich bewegte, so wie ein Uebergehen des Stromes aus einem Gefässe in das andere durch queerlaufende Verbindungsröhren (Rapport etc. Ann. d. Sc. nat. XXII. 84. 85). Dutrochet hält die vermeynte Circulation für einen optischen Betrug, hervorgebracht durch die Wirkung des Sonnenlichts auf den äusserlich bewegungslosen Saft, dessen Moleculen er in einer innerlichen Bewegung (trepidation) befangen glaubt (Sur l. pretend. circul. d. fluid. d. l. veget. l. c. 433.), was jedoch ebenfalls einer Täuschung zugeschrieben werden muss (Rudolphi Physiol. III. 319.). Amici erkennt das Fortrücken des Saftes an, hält es aber für eine Wirkung nicht

Digitized by Google

des Lebens, sondern allgemeiner Ursachen, nemlich der Erwärmung durch die Hand des Beobachters oder durch das Sonnenlicht (Lettre à M. Mirbel l. c. 426.), dessen Anwesenheit dabey jedoch, wie fortgesetzte Beobachtungen zeigten, keinesweges erforderlich ist. Endlich hatte auch die Academie der Wissenschaften zu Paris die Schulzische Lehre zum Gegenstande einer Preisfrage für das Jahr 1833 gemacht, worauf nur eine einzige Beantwortung, nemlich von Schulz selber, einlief, welcher der Preis zuerkannt wurde. Der Inhalt derselben ist bis jetzt nur aus dem Berichte der Commission (Arch. de Bot. II. 420.) bekannt und es ist daraus keine neue Thatsache zur Begründung jener Lehre zu entnehmen. Als Ursachen der progressiven Bewegung, die an abgeschnittenen Pflanzentheilen von fünf Minuten bis zu einer halben Stunde dauern könne, werden fünf angegeben: Wärme, Licht, Endosmose, Contractilität der Gefässe und die stete Oscillation der Saftkügelchen, die sowohl unter einander, als mit den, ihnen gleichartigen, organischen Theilchen der Gefässwände stets sich zu vereinigen streben. Die letzte Ursache soll die eigentliche seyn, während die andern nur secundair dabey wirken: sie wird indessen im Berichte eine, durch keines der angeführten Facta begründete, seltsame Hypothese genannt.

§. 204.

Das Wahre an dieser Sache.

Dass milchhaltige Pflanzentheile durchschnitten die Milch mit Heftigkeit von sich geben und dadurch bis zu einer gewissen Strecke davon leer werden, ist eine eben so alte Erfahrung, als es, nachdem man wusste, dass diese Milch in besondern Gefässen oder Behältern enthalten sey, einleuchten musste, dass diese dabey ihren Gehalt bis zu jener Durchschnittsstelle fortbewegen. Es spricht daher schon Grew von einer Bewegung des Milchsafts in seinen Gefässen, als von einer wahrscheinlichen Sache *). J. P. Moldenhawer be-

*) Nach Decandolle hat bereits Grew einige Worte über die Circulation des Milchsaftes geäussert (Phys. veget. I. 264.).

Digitized by Google

obachtete diese Bewegung unter dem Miscrocope. Man sehe, sagt er, (Beytr. 148. 149.) in Segmenten, welche die eigenthümlichen Gefässe ohne Verletzung und Druck abtrennten, den eigenen Saft stossweise und mit unterbrochener Heftigkeit ausfliessen; und da das Strömen dieser Flüssigkeit, nach dem Bau der eigenen Gefässe zu urtheilen, in jeder Richtung geschehen könne, so werde jede Zusammenziehung derselben den Saft dahin treiben, wo der wenigste Widerstand sey. Schulz hat das Verdienst, diese Bewegung bey mehreren Pflanzen und Pflanzentheilen beobachtet und gezeigt zu haben, dass sie mit Abänderungen im Laufe ihrer Behälter auch ihre Richtung abändern könne. Aber dieses tritt in den Schatten gegen das Bestreben, eine auffallende Hypothese geltend zu machen, die keine theoretische Gründe, keine Analogie für sich hat und durch die Erfahrung widerlegt wird. Das Factische ist: man siehet an lebenden, durchschnittenen Pflanzentheilen den Milchsaft aus der oberen, wie unteren Schnittfläche strömen, an durchsichtigen Lamellen aber, so in der Richtung der Milchgefässe abgetrennt worden, die Milch zuweilen in sämtlichen Röhren nach gleicher Richtung fliessen, zuweilen in einigen nach der entgegengesetzten, wie in andern; auch geht ein Strom zuweilen durch Queerröhren aus der einen Art in die andere über. Mehr scheinen auch die einverstandenen Zeugen in Berlin, München und Paris nicht beobachtet zu haben, die Circulation ist daher ein

---

Allein diese Angabe scheint einer von Meyen entnommen (Linnäa II. 640. 657.), welcher Grew zum Theile auf eine seltsame Weise misverstanden hat. Grew nemlich spricht an der angezogenen Stelle weder vom Bau der eigenthümlichen Gefässe, noch von einer fortwährenden oder gar circulirenden Saftbewegung in denselben. Eben so wenig Grund hat die Angabe von Meyen, dass auch Vanmarum „die Hypothese von einer Circulation des Milchsafts ganz bestimmt ausgesprochen habe". (Ueb. d. Bewegung d. Säfte in d. Pflanzen 11.). Der eigene Saft, den Vanmarum für das Ernährende in den Pflanzen hält, soll ihm zufolge bloss in der Rinde absteigen und von einer Circulation ist auch nicht entfernt die Rede (De motu fluid. §. 45—49.).

Digitized by Google

Zusatz, eine Hypothese wobey die Verfechter, sowohl mit sich selbst, als unter einander in Widersprüche gerathen sind, worüber auch Agardh (Biologie 92.) klagt. Man glaubte das Ausströmen setze ein fortwährendes Strömen in der lebenden Pflanze voraus und dieses, um fortdauern zu können, eine Circulation, wovon man durch das Microscop in den Strömungen von verschiedener Richtung eine Bestätigung fand. Aber weit näher liegt die einfache Ansicht, dass die Bewegung erst Folge des getrennten Zusammenhangs sey. Bestände sie fortwährend, als eine wahre Circulation, so müsste man solche in unverletzten Milchbehältern, wie man sie in Schöllkraut-Blättern, die noch auf ihrer Wurzel oder ihrem Stengel vegetiren, bey hellem Lichte deutlich durch die Oberhaut durchschimmern sieht, ein stetes oder auch unterbrochenes Hinfliessen, Zurückfliessen, Umkehren des Stromes wahrnehmen. Aber von dem Allen ist nichts zu bemerken, der Saft ist dann in völliger Ruhe, wenigstens an Blättern, denn dass Wurzeln nicht in unverletztem Zustande beobachtet werden können, ist wohl einleuchtend (Vergl. Schulz Erläut. Bemerk. 35.) und der Entdecker der vermeynten Cyclose selber ist nie im Stande gewesen, an noch vegetirenden Blättern solche zu zeigen. Oft machte ich den Versuch bey einer Helle und Deutlichkeit, welche auch die kleinsten Veränderungen hätte sichtbar machen müssen, ohne dass ich vermögend gewesen wäre, eine Bewegung wahrzunehmen: desto leichter aber bemerkte ich an so eben getrennten Stücken ein für kurze Zeit dauerndes Strömen des Milchsafts in entgegengesetzten Richtungen, wobey er entweder aus einer Oeffnung ausströmte oder in entleerte Behälter überströmte. Ich vermag daher in diesem Phänomen nichts weiter zu sehen, als eine Wirkung der Reizbarkeit, indem das Zellgewebe, so die Wände der möglichst gefüllten Behälter bildet, durch den Reiz der Berührung und Trennung veranlasset wird, seinen Gehalt dahin auszustossen, wo der geringste Widerstand ist, welcher Punct manchmal oben, manchmal unten, manchmal auch seitwärts sich befindet. Ein Beweis, dass dieses die Ursache sey und keinesweges ein fortwährendes Strömen des Saftes ist auch, dass, nachdem das Ausströmen aufgehört

Digitized by Google

hat, man es erneuern kann, wenn man in einiger Entfernung von dem Schnitte wiederum einschneidet.

§. 205.

Womit die neuesten Beobachter übereinstimmen.

Ungefähr eben so wird die Erscheinung von Agardh, Slack und Lindley, nach ihren Wahrnehmungen angesehen. Agardh sah ebenfalls das Strömen des Milchsafts in Abschnitten vom Feigenblattstengel: aber offenbar waren es verwundete Gefässe, welche sich dabey, bald am einen, bald am andern Ende des Abschnittes entleerten, so dass dem Auge dann zwey verschiedene Ströme sich darboten, welche jedoch nicht in dem mindesten Zusammenhange standen (Biol. d. Pfl. §. 28.). Henry Slack sah die nemliche rasche Fortbewegung der milchigen Flüssigkeit in ihren Behältern an den Nebenblättern von Ficus elastica und den Blättern von Chelidonium majus. Aber nur wenn jene getrennt, nie wenn das Blatt unversehrt war, sah er sie, so dass ihm das Phänomen nicht sowohl als eine Circulation erschien, sondern vielmehr als ein Entweichen des Fluidi aus seinen Röhren (Flora 1834. Beybl. 59. 60.). J. Lindley beobachtete dasselbe so, wie Mirbel und Cassini angegeben. Aber es ward ihm wegen mehrerer Umstände wahrscheinlich, dass die Bewegung entweder bloss vom durchschnittenen Zustande der Gefässe herrührte, die ihres Inhalts sich entledigten oder dass es die gewöhnliche drehende Bewegung war, nur unvollkommen beobachtet (Rep. Brit. Assoc. 1833. 33.). Was für ein Phänomen jedoch in dem letzten Zusatze verstanden werde, ist mir unbekannt. Sollte die Bewegung des Zellensafts, wie sie z. B. bey Charen vorkommt, gemeynt seyn, so liegt diese offenbar nicht zum Grunde, wenn von der Circulation (Cyclose) des Lebenssaftes die Rede ist. Da also Niemand in Abrede stellt und, man darf wohl hinzusetzen, jemals in Abrede gestellt hat, dass der Milchsaft durch gewisse Veranlassungen, unter denen die gewöhnlichste Verwundung seiner Behälter ist, eine Fortbewegung habe, keine Thatsache aber beweiset, dass diese Fortbewegung auch bey unverletztem Zustande der Gefässe fortdauere, und eine in sich selber

Digitized by Google

zurückkehrende, eine Circulation sey: so muss es sehr auffallen, dass in der erwähnten Preisschrift von Schulz, dem gegebenen Auszuge nach zu urtheilen, nicht mehr auf der Circulation bestanden, sondern das Phänomen dem Fortschreiten des Bluts bey Thieren niederer Ordnungen z. B. Nephelis, Planaria, Naïs u. s. w. verglichen wird (Arch. d. Bot. II. 433.).

§. 206.

Blutbewegung in den warmblütigen Wirbelthieren.

Einige Betrachtungen über die Saftbewegung in den thierischen Körpern mögen diesen Abschnitt beschliessen. Ausserdem, dass diese Bewegung nicht in Einer Richtung, wie bey den Pflanzen, sondern in möglichst vielen Statt hat, also aus einem Mittelpuncte zum Umfange geht und zu ihm zurückkehrt, zeigt sich auch besonders der Unterschied gegen die Gewächse, dass sie, je mehr das Verhältniss der Organe sich zusammensetzt, desto mehr durch einen zusammengesetzten Mechanismus unterstützt wird. Bey den warmblütigen Thieren ist das Herz, der Mittelpunct des Gefässsystems, das erste Bewegende; seine Wirkung aber in Forttreibung des Bluts wird unterstützt durch die Zusammenziehung der Pulsadern (Hall. El. I. 446. Tiedem. Physiol. I. §. 262.), welche, durch den Stoss des Bluts erweitert, ihre Irritabilität wirken lassen; eine Wirkung, welche Rudolphi (Grundr. III. 296. u. folg.) hat bestreiten wollen durch Berufung auf den Anschein, der doch zu vieldeutig ist. Sind es also zweyerley Kräfte, die hier durch Verengerung und Stoss wirken, so sind sie doch nicht die einzigen Ursachen der Bewegung. An den kleinsten Arterienzweigen vielmehr, welche bekanntlich nicht mehr pulsiren, erkennt man noch eine dritte, welche nicht rhythmisch, sondern mit Stetigkeit wirket, nemlich die Wechselwirkung zwischen Flüssigem und Festem überhaupt, wobey jenes als das Bewegliche angezogen wird, eine Einsaugung (Tiedem. a. a. O. §. 266, G. R. Treviranus Ges. u. Ersch. I. 230.), welche eine unmittelbare Wirkung belebter röhriger Theile ist. Haller lässt eine solche Anziehung der Lebenssäfte durch die Gefässwände zwar im

Digitized by Google

Pflanzenreiche zu, nicht aber im Thierreiche. Denn, sagt er (L. c. 442.), bey den Thieren müsste dadurch nothwendig ein Stagniren des Bluts in den Enden der Arterien und den Anfängen der Venen erfolgen, der grösseren Masse wegen, so die Gefässsubstanz hier hat. Bey den Pflanzen hingegen könne dergleichen nicht eintreten, weil hier kein Unterschied der Arterien und Venen sey, demnach keine kegelförmige Verengerung und Wiedererweiterung des Gefässcanals, also auch keine relative Vergrösserung der Masse an diesem Puncte, endlich weil hier keine anderen bewegenden Ursachen seyen, als die Wärme der Luft für das Aufsteigen, die Schwere für das Absteigen des Saftes. Allein dieses Raisonnement gründet sich auf die unzulässige Ansicht, dass die Stärke dieser Anziehung gleich der Masse der Gefässe sey, ihre Ursache also keine andere, als die allgemeine Attractivkraft der Materie. Sie ist vielmehr bloss vom Leben abhängig und steht mit demselben in genauem, wiewohl unerklärlichem, Verhältnisse.

§. 207.

In den kaltblütigen, den Crustaceen und Mollusken.

Bey den kaltblütigen Wirbelthieren ist das Eine Moment des Mechanismus, nemlich die Kraft des Herzens, schon sehr gemindert; auch das andere, nemlich das Zusammenziehungsvermögen der Arterien, beginnt sich zu verlieren. Das Herz ist bey ihnen, mit der übrigen festen Körpermasse verglichen, viermal kleiner (Hall. l. c. 441.) und in eben dem Verhältnisse zum übrigen Körper leichter (G. R. Treviranus a. a. O. 225.), als bey den warmblütigen Thieren: als ein rein musculöser Theil muss es also in gleichem Maasse kraftloser seyn. Die Arterien sind im Allgemeinen ohne Pulsation und unbeweglich (Hall. l. c.): denn was Rudolphi dagegen anführt (A. a. O. 302.) beweiset nur, dass die grösseren Gefässstämme in der Nähe des Herzens pulsiren und das Blut stossweise von sich treiben. Auch muss es von irgend einem Einflusse auf jene beyden bewegenden Kräfte seyn, dass der kleine Kreislauf, dessen Abgeschlossenheit im gebohrnen warmblütigen Thiere dazu so nothwendig ist, hier immer

Digitized by Google

unvollkommener wird: denn die durchbrochenen Scheidewände der Herzkammer bey den Amphibien bewirken, dass oxydirtes Blut nur vermischt mit venösem, nicht oxydirtem, unmittelbar in die Körper-Arterien gelangt. Bey den Fischen ist vollends das, bis dahin noch zwey- oder mehrkammrige, Herz nur einkammrig und das Blut geht aus den Canälen, welche es von den Kiemen zurückführen, unmittelbar in die Körper-Arterien über. Bey den Crustaceen und Mollusken, die gleichfalls durch Kiemen respiriren, ist der merkwürdige Unterschied gegen die Fische: dass das Herz bey diesen das Körperblut zu den Kiemen treibt (deshalb „Kiemenherz" bey Rudolphi), während bey jenen wirbellosen Wasserthieren das Blut von den Körpervenen ohne dessen Beyhülfe in die Kiemen gelangt, hingegen von den Kiemen zurückkehrend, durch das Herz in die Körper-Arterien getrieben wird (Biol. IV. 236. Home in Phil. Transact. 1817. Audouin et Edwards in Ann. d. Sc. natur. XI. 313. Tiedem. a. a. O. §. 271—273.). Allemal jedoch ist dasselbe einkammrig und der Mechanismus daher nur noch schwach in Unterstützung der ursprünglichen blutbewegenden Thätigkeit. Auch lässt sich bey den Crustaceen und Mollusken kein geschlossener Kreislauf, wie bey den Wirbelthieren, nemlich ein deutlicher Uebergang der Arterien in Venen, durch Einspritzung mehr darstellen (Rudolphi a. a. O. 322.).

§. 208.

Bey den Insecten, Ringwürmern und Strahlenthieren.

Bey den Insecten und Ringwürmern endlich fehlt auch ein deutliches Herz, wenigstens hat man bis jetzt nicht gewagt, dem Rückengefässe der Erstgenannten diesen Namen beyzulegen (Tiedem. a. a. O. §. 275.). Man siehet ferner bey manchen Thieren der genannten beyden Abtheilungen, wo nemlich die Theile durchsichtig genug zur Beobachtung sind, ein Strömen des Lebenssaftes in entgegengesetzten Richtungen (Das. §. 276.). Carus beobachtete selbst (Entdeckung eines Kreislaufs u. s. w.) die Umkehrung dieser Richtungen am Hinterleibe von Ephemerenlarven und zeigte sie mehreren im Jahre 1826 zu Dresden versammelten Naturfor-

Digitized by Google

schern: allein das Rückwärtsströmen in deutlich begränzten Gefässen, so wie die Continuität der Blutströmung durch den ganzen Körper des Thieres, vermochte ich wenigstens nicht wahrzunehmen. Noch weniger lässt sich ein Kreislauf bestimmt angeben bey den Acalephen und vielen Eingeweidewürmern. Man siehet zwar rückgängige Blutströme, aber kein Organ, so das Blut aufnimmt, um es wieder in entgegengesetzter Richtung fortzutreiben, indem Gefässe, welche die Verrichtung von Arterien haben, unmittelbar vom Nahrungscanale aus in die Theile des Körpers gehen (G. R. Treviranus a. a. O. 252.). Auch im Gefässsysteme der Strahlenthiere, der Seesterne, Seeigel, Holothurien findet nach Tiedemanns Beobachtungen (A. a. O. §. 277.) keine kreisende Bewegung des Lebenssaftes mehr Statt, sondern es strömt derselbe von Innen nach Aussen und wieder zurück, ohne aber in seinen Anfangspunct zurückzukehren. So also nähert die Saftbewegung im Thierreiche der, welche man in den Pflanzen beobachtet, sich immer mehr. Es verlieren sich die bewegenden Kräfte, so durch Mechanismus wirken und es bleibt endlich nur noch dasjenige Moment für die Bewegung der Lebenssäfte über, welches Thier und Pflanze mit einander gemein haben. Auf dieser niedrigen Stufe des Thierreichs angelangt, vermag die Physiologie auch keine Rückkehr der Saftbewegung in ihren Anfangspuncten mehr aufzuzeigen, keine bestimmten zuführenden und zurückführenden Gefässe mehr darzustellen. Es tritt hier also die Wirkung des blossen Zellgewebes oder Schleimgewebes dazwischen ein durch Aufnahme und Fortleitung der Nahrungssäfte auf Wegen, die unserm blöden Auge verborgen sind und es aller Wahrscheinlichkeit nach immer bleiben werden.

Digitized by Google

Zweytes Capitel.

Aufnahme und Verähnlichung des Safts.

§. 209.

Den Schwämmen und Algen fehlt ein Organ [der] Einsaugung.

Wo das Leben der Individuen von sehr kurzer ist und gleichsam nur aus einem Entwicklungsmoment be scheint es keiner wiederhohlten Aufnahme von Materie Aussen zu bedürfen: nur wo es eine gewisse Zeit fortbe muss organisirbare Materie von Zeit zu Zeit aufgenom werden, um die zu ersetzen, so durch Ausdünstung, A derung, Festwerdung und andere Vorgänge für den Le proc-ess verloren geht. Diese Einsaugung geschieht entw durch die ganze Oberfläche oder durch besondere Or von welchen aus das Eingesogene den übrigen zugeführt Im ersten Falle befinden sich, wie es scheint, die Schwä im zweyten die übrigen gefässlosen Cryptogamen, im d die mit Gefässen versehenen und die Phanerogamen. zahlreichen Insecten, welche im vollkommenen Zustande rend dessen sehr kurzer Dauer keine Nahrung zu sich men, scheinen auch die Schwämme keiner Einsaugung Nahrungssäften fähig zu seyn, da sie keines Ersatzes fen. Denn dieser könnte nur durch die Oberfläche oder eine Wurzel zu ihnen gelangen: im ersten Falle, da sie Ausnahme in der Luft wachsen, müsste der Nahrungss Luftgestalt aufgenommen werden, was ohne Beyspiel is andern könnte die einsaugende Wurzel nur in ihrem E gungspuncte seyn, wo zwar ein fadenartiges Gewebe (F nach Link) sich findet, aber ohne regelmässige Verbi abgerechnet, dass auch die zur Fortleitung erforderliche fässe durchaus fehlen. Eine längere Lebensdauer hab gefässlosen Wasser- und Landalgen und sie bedürfen der Assumtion. Nun zwar haben jene, mit Ausnahm

Digitized by Google

Hydrodictyon und einigen Conjugaten, einen festen Ansatz-Punct, aber doch ist es dieser nicht, welcher den Nahrungssaft für das Ganze einsaugt. Es ist wahr, bey einigen Tangarten hat er ganz das Ansehen einer Wurzel. Die Frons, welche platt, geflügelt oder häutig ist, verschmälert sich unten sehr, wird rund und dieses Stämmchen erweitert sich am Ende in einen schildförmigen Körper, an und über welchem auch wohl warzenförmige Fortsätze wahrgenommen werden. So verhält es sich z. B. bey Fucus fibrosus, nodosus (Gmel. Fuc. t. I. B.), loreus, saccharinus, palmatus (Gmel. l. c. t. XXVII. XXVIII. XXX.), digitatus, bulbosus u. s. w. Allein dass dieser Körper nicht das Geschäft der Einsaugung und Ernährung haben könne, sondern nur das der Fixirung auf einer Stelle, erhellet daraus, weil er sich auf fremde Körper ohne Unterschied, also auf Steine und Muschelschaalen so gut, wie auf Holz und andere Tange, ansetzet. Hingegen ist die ganze Oberfläche hier einsaugend und man braucht keinesweges mit S. G. Gmelin den, über die Oberfläche mancher Tange verbreiteten, Oeffnungen, woraus Büschel gegliederter Fäden treten, das Geschäft dieser Einsaugung zuzuschreiben (L. c. 38.), indem der Mangel der Oberhaut bey diesen Gewächsen, so wie die Natur das Medium, worin sie leben, dazu hinreicht. Hiezu kommt, dass sie der Gefässe zur Fortführung des Eingesogenen ermangeln, wodurch es geschieht, dass jeder Theil von ihnen ausser dem Wasser sogleich vertrocknet, wenn auch der im Wasser befindliche fortfährt einzusaugen. Auch die Flechten haben keine Wurzel zum Einsaugen, sondern ein blosses Organ der Befestigung. Bey den Peltideen sieht man von der Unterseite des Lagers trockne Fibern abgehen, anfangs schmutzigweiss, später schwarz, die sich am freyen Ende in einfache Fäden pinselartig auflösen und damit die Erdtheilchen unter einander, so wie sich mit ihnen innig verbinden. Dagegen ist die ganze Oberfläche auch hier, wegen mangelnder Oberhaut, geschickt einzusaugen. Zwar leben die Flechten dem grössten Theile nach in der Luft, aber an feuchten, schattigen Orten, wo sie nur in den nassen Jahreszeiten fortwachsen, während den trocknen aber in Erstarrung und scheinbarer Leblosigkeit sind.

Digitized by Google

Decandolle nimmt nur bey den Wasseralgen eine Ernährung durch Einsaugung der gesammten Oberfläche an (Organogr. I. 386.): hingegen bey den Flechten sowohl, als Pilzen, hält er den Befestigungspunct und die davon gemeiniglich ausgehenden Fäden für eine Wurzel, welche das Geschäft der Einsaugung für das Vegetabile in der Art übernehme, dass man selbst gefärbte Flüssigkeiten darin sich fortbewegen sehe, nachdem sie durch jenen Theil eingesogen worden (A. a. O. 380. 383.). Jedoch sind mir die Versuche und Beobachtungen, worauf diese Ansicht sich gründet, nicht bekannt; auch dünken mich weder die Flecken das Geschäft von Wurzeln versehen, noch die Flüssigkeiten, falls sie eingesogen worden, auf eine andere Art, als durch Gefässe, deren Abwesenheit Decandolle selber anerkennt, sich fortbewegen zu können.

§. 210.

Moose und Farrenkräuter haben eine Wurzel.

Bey den Laub- und Leber-Moosen erscheint zuerst ein besonderes Organ der Einsaugung, wenn auch von einer unvollkommenen Art. Bey allen Laubmoosen traf Hedwig (Fundam. I. 12.) eine Wurzel an, die Ludwig mit Unrecht einigen abgesprochen hatte. Von ihrem Befestigungspuncte gehen in den Boden mit wahrer organischer Verbindung sehr feine ästige Fäden ab von röthlicher oder gelblicher Farbe und stark durchscheinend. Zuweilen nimmt man einen gegliederten Bau, besonders gegen die Spitze wahr, am häufigsten aber erschienen sie mir ungegliedert. Selten sind sie einfach, wie bey Phascum serratum, meistens ästig, wie bey dessen Gattungsverwandten (Schreb. Phasc. X. t. 1. f. 2. 7. t. II. f. II.). Nie konnte ich daran so wenig einen Unterschied von Central- und Corticalsubstanz, als Gefässe wahrnehmen. Es ist daher wahrscheinlich, dass diese Fäden, wenn auch Flüssigkeiten aufnehmen, doch solche nicht bedeutend fortführen können. Viele Laubmoose treiben ähnliche Fäden, an denen der gegliederte, wie der ästige Bau sehr ausgezeichnet ist, und die geneigt sind, eine braune Färbung anzunehmen, auch aus Stengeln und Aesten. Sie kommen aus jedem Puncte des Stengels, doch vorzüglich und manch-

Digitized by Google

mal allein, aus den Blattwinkeln hervor, zuweilen auch aus der Spitze der Zweige (Neckera cladorhizans H.), selbst aus den Blättern (Calymperes Sw.). Sie vervielfältigen und verlängern sich manchmal so sehr, dass die Entwicklung der Pflanze zurückbleibt, und sind dann oft von Systematikern, welche ihren Ursprung verkannten, als neue Arten von Conferven beschrieben worden. Sie zeigen sich, wie Hedwig bemerkt, vorzugsweise an den Sumpfmoosen: doch giebt es deren auch, wo jene nicht vorkommen z. B. die Arten von Sphagnum. Es leidet wohl keinen Zweifel, dass sie, gleich den Wurzelfasern von gewöhnlichem Abgange, eine Einsaugung ausüben. Aber mit Recht bemerkt Decandolle (A. a. O. 372.), dass dennoch bey den Moosen die Absorption flüssiger Nahrung durch ihre Blatt-Oberfläche als das vornehmste Mittel der Ernährung erscheine. Trocken geworden leben sie im Wasser scheinbar wieder auf und diese Wirkung, eine Folge des Mangels der Oberhaut, wie bey den Algen, pflanzet sich nicht weiter fort, als der Theil vom Wasser bedeckt ist, zum Beweise, dass keine Gefässe das Eingesogene weiter führen, daher die Gesammt-Oberfläche zu dieser Art der Ernährung beytragen müsse. Diesem kommt entgegen die Kleinheit der Moose überhaupt, ihr Leben an feuchten Standorten, an der vom Lichte abgekehrten Seite der Bäume, Felsen, Erdwälle, ihr Wachsthum in den feuchten Monaten des Jahres, ihre Erstarrung und scheinbare Leblosigkeit in den trocknen. Wo hier jedoch die Gränze der Einsaugung einerseits der wurzelartigen Organe, andrerseits der Blätter sey, lässt sich nicht angeben. Auch die Lebermoose sind sämmtlich mit wurzelartigen Organen versehen, mit einer bemerkenswerthen Ausnahme, nemlich der schwimmenden Form von Riccia fluitans, während die auf feuchter Erde lebende deren hat. Bey Riccia natans unterscheiden sich die Würzelchen (Schmid. Icon. t. 74. Hook. Bot. Miscell. I. t. 22.) von allen übrigen darin, dass sie platt und gezähnt sind. Man könnte deshalb auf den Gedanken kommen: es seyen keine Wurzeln und vielleicht ist es deshalb, dass Hooker sie fimbriae nennet. Allein andere Organe, die man als einsaugende betrachten könnte, sind nicht vorhanden. Die Far-

Digitized by Google

renkräuter, wie sie mit den Phanerogamen im allgemeinen Bau des Stengels und der Blätter, in der Anwesenheit von Poren und Gefässen übereinkommen, so auch im Vorhandenseyn einer völlig ausgebildeten Wurzel, auf welche die Einsaugung flüssiger Nahrung beschränkt ist. Doch ist der unvollkommene Bau der Mooswurzeln hier noch sichtbar in den Würzelchen des Cotyledon, der selber ganz die Organisation, wie ein Lebermoosblatt, also auch wahrscheinlich dessen Vermögen, durch die Oberfläche einzusaugen, besitzet. Es sind nemlich einfache, häutige, stumpfe, vielleicht auch gegliederte Röhrchen, während jene Wurzeln, welche das Entwickeln eines ersten Blattes begleiten, von dem zusammengesetzten Bau der Würzelchen der Phanerogamen sind (Kaulfuss Wesen d. Farrenkr. 64. Fig. 31—33 a. Fig. 42. 45.), wovon nun geredet werden soll.

§. 211.

Primaire und secundaire Wurzel der Phanerogamen.

Schliessen wir daher bloss die gefässlosen Cryptogamen aus, so beschränkt sich bey allen Pflanzen die Einsaugung der ersten rohen Nahrung auf ein besonderes Organ, die Wurzel. Sie oder ein Organ, welches ihre Stelle vertritt, fehlt daher niemals: denn Lemna arhiza, die nach Micheli's Angabe, welche Willdenow bestätiget, keine haben soll, bedarf der genaueren Untersuchung. Sie nimmt stets bey der keimenden Pflanze, gewöhnlich aber auch bey der ausgewachsenen, das untere Ende des Hauptkörpers ein. Indessen können Umstände ihre Entwicklung an jedem andern Theile über der Erde, die Blüththeile ausgenommen, begünstigen (racines adventives Decand. Org. I. 258.), in der Art, dass entweder diese Nebenwurzeln das Geschäft der Hauptwurzeln nur unterstützen, oder dass zuweilen selbst die ganze Ernährung des Individuum durch sie geschieht und die Hauptwurzel vergeht. Die Fälle ausgenommen, wo dergleichen in dem Leben der Pflanze selber gegründet ist z. B. Veronica, Lysimachia, Ficus, Pothos im ersten, Cuscuta im zweyten, sind die gewöhnlichsten solcher begünstigenden Umstände: Feuchtigkeit, welche auf irgend eine geeignete Stelle des Krautes anhaltend einwirkt, Anhäufungen von Bildungssaft irgendwo durch die

Digitized by Google

Wirkung der Blätter und geminderter oder aufgehobener Widerstand der Oberhaut. Aus einer dieser Ursachen entspringen secundaire Wurzeln so häufig an den Knoten, besonders wenn der Stengel zugleich an der Erde liegt, wo dann die Schwere des Nahrungssaftes und Feuchtigkeit das Austreten unterstützen. Eben so kommen, wenn ein Zweig von Weiden, Pappeln, Hollunder mit dem einen Ende in Wasser gestellt wird, mit dem andern vegetirt, dergleichen am untergetauchten Ende hervor. Beym Absenken befördern die Gärtner das Hervorbrechen von Würzelchen am Zweige dadurch, dass sie die Rinde einschneiden. Wo aber Würzelchen an Knoten hervorgehen, geschiehet dieses zwar vorzugsweise unter dem Ansatze eines Blattes, vermöge des von demselben absteigenden Saftes: doch auch an jedem andern Puncte der Stammfläche kann es geschehen, sobald begünstigende Umstände vorhanden sind. Bonnet (L. c. 307.) sah an Stengeln von Schminkbohnen, die er in einen Röthe-Aufguss gestellt, Würzelchen überall aus kleinen Längsspalten der Oberfläche dringen. Auch Blätter vermögen dergleichen aus ihrem Stiele, Rande oder ihren Nerven zu treiben. Ein Italiener, Mandirola, lehrte auf diese Art aus Orangenblättern Bäumchen der nemlichen Art erziehen. Bonnet gelang es, Blätter von Phaseolen, Kohl, Jalappe, Melisse Wurzeln treiben zu machen und dadurch wirkliche Pflanzen zu erhalten (Usag. d. feuill. §. 78.). Aehnliches lässt sich mit Aucuba japonica und Ficus elastica bewirken, die Würzelchen kommen dabey aus der Basis des Blattstieles hervor. Bey Bryophyllum calycinum kommen sie aus den Kerben des Blattes, wenn man dasselbe auf feuchte Erde legt (Decand. Org. t. 22.). Auf Isle de France sah Dupetit-Thouars auch Iusticia Gendarussa Würzelchen und Knospen aus Blättern treiben (Rep. à M. Dutrochet 80.), Hedwig die von der Fritillaria regia aus ihrem unteren Rande (Kl. Schriften II. 128. T. 1. F. 1.), Naumburg die Wurzelblätter von Cardamine pratensis an den Stellen, wo die Seitenblättchen abgehen (Römer Arch. f. d. Bot. II. 15. T. 2.). Man bedient sich daher dieser Eigenschaft häufig, um Gartengewächse zu vervielfältigen.

Digitized by Google

§. 212.

Decandolle's Lenticellen.

Auf der Oberfläche unserer meisten Bäume und Sträucher finden sich kleine Erhabenheiten von verschiedener Form, so durch eine hellere oder dunklere Färbung und einen etwas aufgeworfenen Rand sich auszeichnen. Am schönsten siehet man sie bey Coriaria myrtifolia, wo sie länglich-hervortretend und dabey der Länge nach durch eine tiefe Furche getheilt sind. Bey den Eschen sind sie linienförmig gebildet mit zugespitzten beyden Extremitäten. Beym Weinstocke sind sie überall nicht anzutreffen. Guettard erwähnte ihrer zuerst unter der Benennung von linsenförmigen Drüsen (Glandes lenticulaires); Decandolle nannte sie Lenticelles und meynte gefunden zu haben, dass, wo sie sich fänden, die secundairen Wurzeln ohne Ausnahme aus ihnen entsprängen, in der Art, dass die Scheibe dieser Körper sich wölbe und dann zerplatze, worauf die Spitze des Würzelchen durch die zurückgebogenen Lappen dringe (L. c. 96. Ann. d. Sc. nat. VII. 7—9.). Dagegen erinnert jedoch Dupetit-Thouars (L. c. 113.) indem er an Jedermanns eigene Ansicht appellirt, dass die Wurzeln niemals aus diesen Puncten, welche er Rindenporen (pores corticaux) mit einem nicht sehr glücklich gewählten Ausdrucke benennet, hervordrängen, oder wenn, so geschehe es, weil sie hier die Rinde am leichtesten durchbrechen könnten. Auch in den Versuchen, welche von Hugo Mohl mit Weiden angestellt wurden (Flora 1832. N. 5.), kamen die Würzelchen fast immer an allen andern Puncten, als den von Decandolle bezeichneten, hervor. Es hat daher die Meynung von Dupetit-Thouars unstreitig mehr für sich und selbst auf den Fall, dass die Würzelchen immer aus den linsenförmigen Drüsen kämen, dürften die Ansicht von solchen, als Rudimenten von Würzelchen, die nur unter günstigen Umständen zur Entwicklung gelangen, der gehörigen Begründung ermangeln. Auch bemerkt Decandolle selber dass diese Organe bey den Monocotyledonen und im Allgemeinen auch bey den krautartigen Dicotyledonen nicht anzutreffen seyen. Was also sind die Lenticellen, wenn sie nicht

Digitized by Google

zu dem von Decandolle angegebenen Zwecke dienen? Sie scheinen bestimmt, sagt Dupetit-Thouars, eine Communication zwischen jener stärkeartigen Lage, so zwischen dem Rindenparenchym und dem Baste liegt, und der Atmosphäre zu unterhalten; was ihm nöthig dünkt, die Verwandlung jener Lage im Parenchym zu bewirken (Essays 20. 222.). Mit Uebergehung dieser zwiefachen Hypothese bemerke ich, dass man sie an Zweigen, die noch grün und krautartig sind, bereits vollkommen ausgebildet siehet, indem sie die Oberhaut, die noch nicht gerissen ist, hügelartig erheben. Jemehr sie aber hervortreten, desto mehr nehmen sie aus der Kugelform die Linsenfigur an und wenn die Oberhaut endlich gerissen, bekommen sie eine vertiefte Oberfläche. Nach Innen verfolgt überschreiten sie die krautartige Rindenlage nicht. Sie bestehen ganz aus Zellgewebe, welches von dem grünen Rindenparenchym durch blasse Farbe sich auszeichnet, später aber sich bräunlich färbt; auch sind die Zellen, wenigstens bey der Weide, grösser und nicht in Längsreihen geordnet. Ohne Zweifel sind es demnach eigenthümliche Absonderungsorgane, die, solange die Triebe noch krautartig sind, diesem Geschäfte vorstehen: doch muss ich sagen, niemals habe ich eine Höhle für Ablagerung des Secreti darin wahrgenommen.

§. 213.

Aeussere Form der Wurzel.

Die Form der Wurzel ist nicht selten der des Stengels ähnlich, nur mit Umkehrung der Verhältnisse, so dass sie zunächst ihrem Zusammenhange mit dem Stengel am dicksten ist und im Absteigen sich mehr und mehr verdünnt. Es verändert sich jedoch die Wurzel in Folge ihrer Entwicklung bedeutend. Ursprünglich, wie beym Keimen, hat sie die Form eines umgekehrten, sehr verlängerten Kegels und wenn sie Aeste giebt, bey stets ausgezeichnetem Hauptkörper, so bildet dieser, indem er in perpendiculairer Verlängerung fortfährt und sich verdickt, die Pfahlwurzel (pivot). Bey vielen, besonders jährigen und zweyjährigen Pflanzen ist ungehemmte Verlängerung dieser Pfahlwurzel Bedingung der Ernährung und Gesundheit. Aber bey vielen andern verlängert

Digitized by Google

sich entweder ein Hauptkörper überhaupt beym Keimen nicht oder er hört gleich bey Entwicklung des Stämmchens damit auf und alles Wachsthum der Wurzel geschiehet nur noch durch die Seitenzweige. Link nennt die erste die ungetheilte (integra), die zweyte die zusammengesetzte; richtiger Decandolle jene eine Wurzel mit einfacher Basis, diese eine büschelförmige. Farrenkräuter und Monocotyledonen haben nur die letzte Form: nicht aber lässt sich sagen, dass bey Dicotyledonen ausschliesslich die erstgenannte vorkomme. Eine weitere Verschiedenheit der Bildung, als Folge der Entwicklung, bewirkt die Verdickung einzelner Theile der Wurzel auf Kosten der übrigen: solche betrifft entweder den Hauptkörper bey schwacher Ausbildung der Zweige oder die Zweige mit Verkümmerung des Hauptkörpers. Wiederum kann die Verdickung der Zweige entweder alle betreffen oder nur einige derselben oder auch nur einige Theile von ihnen. Alles dieses giebt die spindelförmige Wurzel, die knollige mit ihren verschiedenen Formen, die büschlige, handförmige u. s. w. Am meisten Aehnlichkeit mit einem Stamme hat die ästige Wurzel, nur dass sie sich in umgekehrter Ordnung verzweigt. Wie daher in jenem die Zweige, je näher der Basis, desto stärker und länger, so auch in der Wurzel, natürlich, weil sie die älteren sind; was daher im Stamme von den unteren, gilt in der Wurzel von den oberen Zweigen (Duham. Phys. I. 84.). Ferner bemerkt man im Abgange der Aeste von der Hauptwurzel keine Ordnung: gegenüberstehende oder wirbelförmige Aeste des Stammes sind es keinesweges auch in der Wurzel: in ihrer Stellung ist vielmehr, wenn alles Uebrige gleich, keine Regelmässigkeit (Duh. l. c. 91.). Bonnet sah von Bohnen, Schminkbohnen, Erbsen und Heidekorn, so in Moos gekeimt waren, die Seitenwürzelchen in vier, gleichmässig von einander entfernten, Längsreihen aus der Hauptwurzel abgehen (Usag. d. feuill. §. 69. 106.). Ich habe diesen Versuch mit Erbsen wiederhohlt und nicht das nemliche Resultat erhalten. War die Hauptwurzel am Boden des Gefässes, worin die Saamen gekeimt, fortgegangen, so standen die Würzelchen zweyzeilig; manchmal kamen sie nur auf Einer Seite heraus, in andern Fällen aber konnte ich keine Regel wahr-

Digitized by Google

nehmen. Auch bey dem gleichfalls citirten Ceratocephalus ist die Sache wenigstens undeutlich. Ueberhaupt ist nur, jenachdem das Terrain auf verschiedenen Seiten einer Wurzel verschieden beschaffen, eine Verschiedenheit im Abgange der Zweige zu bemerken, indem z. B. dem lockerern, nahrhaftern, feuchteren Boden die meisten derselben zugewandt sind (Duh. l. c. 85.). Erwägt man die Ausdehnung beyder Organe in die Länge: so hat der Stamm seine Knoten, die, wenn auch manchmal undeutlich und verschoben, doch stets ein wesentliches Stück seiner Bildung sind. In der Wurzel fehlen sie gänzlich, indem die Verlängerung hier unmittelbar durch den absteigenden Rindensaft, ohne vorgängige Anlagen, geschieht, da derselbe im Stamme hingegen erst Knospen, deren Bildung wiederum die Knoten bedingt, anlegen muss, damit solche durch den aufsteigenden lymphatischen Saft entwickelt werden. Allerdings siehet man bey den Wurzeln auch wohl Verdickungen einzelner Theile und fleischige Anhängsel der verschiedensten Form: besonders sind die der Leguminosen reich daran und zuweilen haben hier selbst jährige Gewächse sie, z. B. Ornithopus perpusillus. Allein in ihrer Vertheilung ist keine Regelmässigkeit; auch können sie fehlen und durch die Cultur verschwinden, ohne dass der Verrichtung der Wurzel ein Eintrag geschehe, unter andern Umständen aber hinwiederum z. B. bey Cupressus disticha (Desfont. Hist. d. arbr. II. 570.) eine ausserordentliche Grösse erlangen. Was endlich die Form der Wurzel im Queerdurchschnitte betrifft, so nähert sich solche, wie die des Stengels überhaupt, dem Runden: nur durch zufällige äussere Ursachen z. B. beym Eindringen in die Spalte einer Mauer oder eines Felsen, und ohne Regel, bekömmt sie einen eckigen Umfang, da der Stengel, wo er eine zusammengedrückte, drey- vier- oder vieleckige Figur hat, solche aus innern Ursachen und beständig besitzt.

§. 214.

Bau der Knollen und Zwiebeln.

Betreffend die innere Zusammensetzung der Wurzel, so bemerkt man eine zellige Rinde und eine durch fibröse Röhren und Gefässe gebildete Centralsubstanz, so dass im Allge-

Digitized by Google

meinen dass Mark fehlt, auch der dicotyledonischen Wurzel. Aber das Verhältniss beyder kann ein sehr verschiedenes seyn und am meisten zeigt sich dieses bey Vergleichung des Baus der knolligen und zwiebelförmigen Wurzel, denn beyde gehen in einander über, mit dem einer ästigen. Bey allen Zwiebeln und Knollen lässt sich die centrale Gefässsubstanz durch ihre Festigkeit und mindere Transparenz leicht von der zelligen, weicheren, an Saft reicheren Rinde unterscheiden. Bey der schaaligen Zwiebel z. B. der von der Hyacinthe, bildet jene einen scheibenförmigen, oben gewölbten, unten etwas vertieften Körper, Medicus nennt ihn den festen Körper der Zwiebel. Auf der Oberseite desselben sind concentrische Ringe, die Jahre der Vegetation andeutend, indem die Mitte von der Knospe, die in der nächsten Vegetationszeit sich entwickeln soll, eingenommen wird (S. Simon d. Jacinthes t. 3. f. 1.). Rings um dieselbe sind auf eben dieser Seite die fleischigen Untertheile der Blätter, oder deren Ueberbleibsel, angefügt, ohne in eine allgemeine Rindensubstanz merklich verwachsen zu seyn oder gewesen zu seyn (L. c. t. 1. f. 3—5.). Aus dem Umkreise der Scheibe allein kommen die Würzelchen hervor und sowohl ihre Gefässbündel, als die der Blätter, sind nur Fortsetzungen von denen, aus welchen die Scheibe dem grössten Theile nach besteht und die entweder ohne Ordnung darin vertheilt sind, wie bey Monocotyledonen, oder eine centrale Anordnung haben, wie bey Dicotyledonen. Bey den sogenannten festen Zwiebeln und den Knollen wird die vasculöse Centralsubstanz mehr oder minder umgeben von einem, an sich gefässlosen, Parenchym, welches entweder den Würzelchen oder den Blättern, oder beyden angehört, indem es einer blossen Verwachsung derselben, vermöge ihrer zelligen Substanz, den Ursprung verdankt. Bey Hypoxis z. B., so wie bey Gladiolus, Crocus, Corydalis Halleri, ist der fleischige Theil des Knollen offenbar eine Verwachsung des erweiterten Grundes der Blätter oder Blattstiele (Duvernoy üb. Keimung u. s. w. der Monocotyl. 43. 44. T. I. F. 23. T. II. F. 5. Bischoff in der Zeitschr. f. Physiol. IV. T. X. XI. F. 31. 39. 41.). Hingegen bey den Orchideen mit knolliger Wurzel z. B. Or-

Digitized by Google

chis Morio, militaris, bifolia, conopsea, deutlich eine Coalescenz der Wurzelfasern (Duvernoy a. a. O. T. I. F. 19—21.). Bey Isoëtes scheint die Verwachsung in eine gemeinsame Rindensubstanz sowohl von den Blättern, als von den Würzelchen herzurühren (Bischoff die Rhizocarpeen u. s. w. T. IX. F. 42.). In allen diesen Bildungen jedoch siehet man die fleischige Substanz von isolirten Gefässbündeln durchzogen, welche aus der Centralsubstanz in die Blätter oder Würzelchen übergehen.

§. 215.

Bau der ästigen Wurzel.

Erwägen wir dagegen die ästige Wurzel, wie sie bey Dicotyledonen vorkommt, so stehen Rinde und Gefässsubstanz hier ungefähr in dem nemlichen Verhältnisse zu einander, wie im perennirenden Stamme, insofern diese, ihrer ganzen Ausdehnung in die Länge nach, von jener begleitet und eingeschlossen wird. Indessen hat die Rinde hier gemeiniglich einen verhältnissmässig grösseren Durchmesser, als am Stamme, was z. B. an Grews Abbildungen vom Wermuthe in die Augen fällt, wo sie in der Wurzel fast die Hälfte vom Halbmesser, im Stamme hingegen kaum den vierten Theil desselben erreicht (Anat. of. pl. t. 16. 35.). Mit Recht schreibt Decandolle (A. a. a. O. 243.) diesen Umstand der mindern Ausdehnung des Holzkörpers, so wie dem Stande der Wurzel in feuchter Erde zu, wodurch die Vertrocknung und Abstossung der äussern Rindenlagen langsamer und später, als im Stengel, vor sich gehen muss. Man unterscheidet in ihr, wie beym Stengel, zwey Lagen, welche sich durch die verschiedene Anordnung der Zellen unterscheiden und deren die innere dem Baste des Stammes entspricht, während die äussere aus blossem Zellgewebe besteht, dessen Zellen an der Oberfläche bey den Monocotyledonen in Längsreihen, bey Dicotyledonen in Queerreihen geordnet sind (Verm. Schr. IV. 37.). Die innere zeigt, gleich dem Baste, eine strahlige Disposition der Theile, indem Massen von verlängerten senkrecht zusammenhangenden Zellen mit andern abwechseln, die horizontal gereihet und gegen die Oberfläche des Holzkörpers gerichtet sind (Grew t. VIII. f. 9. 13. t. XII. XIV. XV.). Auch

Digitized by Google

dieser zeigt die nemliche Ansetzung der Masse in Lagen, deren eine in jeder Vegetationszeit sich zu bilden scheint, wie der Stamm, so wie die nemliche Ungleichheit in der Dicke der Lagen: doch ist mir an horizontalen Eichenwurzeln vorgekommen, als sey die grössere Dicke hier nicht an der unteren, sondern an der oberen Seite. Nicht minder zeigen sich die strahligen Rindenverlängerungen, wie im Stamme (Grew t. XIV. XVI.): sie sind eine Fortsetzung von denen der inneren Rindenlage, aber überhaupt genommen breiter, als im Stamme; man vergleiche z. B. Abschnitte von Wurzel und Stamm von Weine (Grew t. XVII. XXXVI.). Wodurch aber die Wurzel sich vorzüglich auszeichnet, ist: sie hat keine Markhöhle und kein Mark, so dass der Holzkörper bis ins Centrum geht (Grew t. XII. XIII. u. s. w.): dieser Mangel scheint hier ersetzt durch die grössere Entwicklung der Rinde. Die Markhöhle des Stammes daher, wenn sie bis zur Gränze zwischen ihm und der Wurzel hinabgestiegen, hört hier plötzlich auf und bildet einen Sack, nur zuweilen setzet sie eine Strecke in den oberen Theil des Wurzelkörpers sich fort. So bey Borrago (Malp. f. 118. Grew t. VI. f. 9.) bey Daucus Carota und Petroselinum (Grew t. VI. f. 10. 11.), bey Cichorium und Raphanus (Malp. f. 119. 142.). Grew bildet auch die Wurzel von Helianthus tuberosus (t. XI.) und Cochlearia Armoracia (t. XV.) ab, als mit einem bedeutenden Marke versehen: allein er giebt nicht genau an, wo er den Abschnitt genommen habe. Auch in der Wurzel der Garten-Balsamine hat Bernhardi (Ueber Pflanzengefässe 20.) ein beträchtliches Mark beobachtet. Diese Ausnahmen abgerechnet besitzen im Allgemeinen kein Mark sowohl die grösseren, als besonders die kleineren Aeste der Wurzel und dieser Mangel scheint einerseits mit dem Fehlen der Knoten- und Knospen-Bildung, andrerseits mit der Abwesenheit der Spiralgefässe in Beziehung zu stehen.

§. 216.

Antheil der Elementartheile am Wurzelbau.

Was die Elementartheile betrifft, welche Centralsubstanz und Rinde der ästigen Wurzel bilden, so sind es die nem-

Digitized by Google

lichen, wie im Stamme, nur mit Modificationen, welche durch die Verschiedenheit des Medium, worin beyde leben, bedingt sind. Dem Zellgewebe der Rinde mangelt daher die grüne Farbe wegen mangelnder Einwirkung des Lichts, dem die Wurzel, wenigstens innerhalb der Erde, entzogen ist. Decandolle (Org. I. 241.) will diese Ursache nicht anerkennen, weil Würzelchen von Hyacinthen, so in einem Glase mit blossem Wasser vegetiren, desgleichen die von Ranunculus aquatilis und andern Wassergewächsen, ungefärbt bleiben, obwohl der Einwirkung des Lichts nicht entzogen. Aber es scheint, dass hier das Medium, worin die Würzelchen vegetiren, die färbende Einwirkung des Lichts mehr oder weniger hindere, obgleich sich nicht angeben lässt, wie: denn man siehet Wurzeln, welche in der Erde farbelos sind, grün werden, sobald sie der Luft und dem Lichte ausgesetzt sind, z. B. Wurzelstöcke von Rüben und Möhren, Knollen von Kartoffeln, Wurzelfasern von Pothos violacea, und Lycopodium denticulatum. Da diese grüne Farbe im Zellgewebe des Krautes vorzüglich ihrem Gehalte an Körnern angehört, so sind diese im Wurzelgewebe farbelos, wiewohl dennoch unstreitig von der nemlichen Bedeutung, wie jene, in der Verrichtung dieses Pflanzentheiles. Statt des Grünen treten daher andere Farben hier hervor: z. B. Roth bey den Rubiaceen, Violett bey den Asperifolien, z. B. Lithospermum, Onosma, Gelb bey Gentiana, Morus u. s. w. Auch die Behälter der harzigen und gummösen Säfte finden sich häufig im Wurzelzellgewebe: jedoch ist in der Anwesenheit derselben nicht allemal Uebereinstimmung mit dem Stamme. Die ausdauernden Wurzeln z. B. der Euphorbien sind ohne Milch und von dem sehr bittern Wermuth ist die Wurzel fast geschmacklos (Gaertner. H. med. 2.), was vermuthen lässt, dass die im Stengel sehr hervortretenden eigenen Gefässe hier nicht vorhanden sind. Andrerseits findet man deren von ausgezeichneter Art in den Wurzelknollen von Scitamineen, während sie im Kraute fehlen. Auch Fasergewebe und Gefässe der Wurzel sind von denen des Stammes etwas verschieden; besonders sind die Schläuche des ersten durchgängig kürzer und gleichen mehr den verlängerten Zellen. Damit steht im Zusammenhange,

Digitized by Google

dass die Zellenmasse in der Wurzel niemals die Festigkeit, wie im Stengel, erlangt. Die Gefässe in der Wurzel sind im Allgemeinen von grösserer Weite, als im Stengel (Duham. l. c. 82.), z. B. bey Kiefern noch einmal so weit, und in den meisten Pflanzen von der Art der gestreiften oder punctirten. Man hat sogar das Vorkommen von Spiralgefässen in der Wurzel überhaupt bezweifeln wollen (Decand. Organ. I. 242.): allein in der Wurzel vom Löwenzahne, in den Würzelchen von Hyacinthen und Tazetten, so wie in denen von Orchis maculata habe ich deren deutlich wahrgenommen (Beytr. 33. 34. F. 23. 24.). Link hat solche darin sowohl bey Monocotyledonen, als Dicotyledonen (Nachtr. I. 11.), Amici aber in den Wurzeln von Crinum erubescens keine andere Gefässe, als Spiralgefässe angetroffen (Ann. d. Sc. natur. II. 256.).

§. 217.

Mangel der Oberhaut und spirale Zellen.

Was Kieser zuerst ausgesprochen (Grundsüge §. 350.), dass diejenige Bekleidung, wodurch alle krautartigen Theile über der Erde vor Einwirkung der Luft geschützt sind, dass die Oberhaut der Wurzel fehle, versuchte ich (Verm. Schr. IV.) durch eine Reihe von Beobachtungen nachzuweisen. An dem Würzelchen, wenn es noch unentwickelt oder noch im jugendlichen Alter ist, siehet man die äusserste Zellenlage von den inneren nicht unterschieden und offenbar existirt hier eine Oberhaut, dieses Wort im bestimmten Sinne genommen, nicht. Allein wenn die Wurzel sich verstärkt, ästig wird, besonders aber an der mehrjährigen Wurzel, verdichten sich die äussersten Zellenlagen, doch ohne zu erhärten, werden mehr oder minder undurchsichtig und dieser Ueberzug zeigt dann eine Farbe, welche theils ihm eigenthümlich ist, theils von dem Boden abhängt. Die Wurzeln der Ulmen z. B. zeichnen sich immer durch eine röthliche Farbe aus: allein in Düngererde zieht diese sich mehr ins Braune, als wenn sie in Pflanzenerde gewachsen (Duham. l. c. 81.). Diese degenerirten Zellenlagen der Oberfläche nennt Duhamel a. a. O. eine Oberhaut der Wurzel, worin ihm Sprengel, Rudolphi u. a. gefolgt sind: sie unterscheidet sich aber von der, so zu nennen-

Digitized by Google

den, Bekleidung krautartiger Theile durch den Mangel jener bestimmten Organisation, welche die Einsaugung sowohl, als die Zerstreuung der Feuchtigkeit verhindert und welche bey den Blättern näher erwogen werden soll. Link äussert die Meynung (Elem. 378.) es werde auf diese Weise der Begriff der Oberhaut zu sehr eingeschränkt: aber im Gegentheile dünkt es mich fehlerhaft, eine Bekleidung so zu nennen, welche einerseits geeignet ist, die Einsaugung zuzulassen, andrerseits die Verdunstung der Feuchtigkeit an der Luft nicht hindert, wie wir an Wurzeln, die von Erde entblösset, täglich wahrnehmen. Nur dann geschiehet dieses nicht weiter, wenn der Ueberzug eine solche Stärke gewonnen hat, dass er die Einwirkung der Luft auf das Rindenzellgewebe abzuhalten vermag, wie an Kohlrüben, Runkelrüben u. s. w., wo der obere Theil im Herbste beträchtlich über der Erde hervorzustehen pflegt. Aber eine andere Besonderheit des Baues, wovon das Geschichtliche bey einer früheren Gelegenheit angegeben worden, zeigt sich oftmals an Wurzeln, welche der Luft stets ausgesetzt sind, z. B. an denen von Epidendrum, Pothos und andern Monocotyledonen mit kletterndem Stengel, wenn sie keinen modernden Baumstamm finden, ihre Wurzeln einzusenken, sondern diese in die Luft treiben müssen. Solche Luftwurzeln haben dann, mit Ausnahme der grünen Spitze, einen dicken, schwammigen, weissen Ueberzug, der aus luftvollen Zellen besteht, an denen man spirale oder zickzackförmige dunklere Linien bemerkt. Diese sind nicht, wie man es vorgestellt, Spiralfasern, welche die Höhle der Zellen in grosser Anzahl erfüllen: sondern sie stehen mit der Zellenwand selber in genauer organischer Verbindung, so dass sie davon sich auf keine Weise absondern lassen. Es ist schwer zu sagen, wie dieser Bau, der in den Luftwurzeln von andern Gewächsen z. B. Ficus, nicht bemerkt worden, durch die Verschiedenheit des Medii, wovon die Wurzel umgeben ist, bedingt sey. Da man ihn so wenig in den jüngeren Wurzeln findet, als in solchen, welche immer in der Erde bleiben, wie ich z. B. bey Pothos crassinervis wahrgenommen, so glaubt Mohl, er sey die Wirkung späterer Ablagerungen an die Wände der Zellenmembranen. Auch mir er-

Digitized by Google

scheint er, ähnlich den Spirallinien bey den Conferven der Conjugatenfamilie (Verm. Schr. II. 89.), als die Wirkung einer Zusammenziehung in der Membran, worin die Gallert erhärtet ist, welche sich in den Zellen befindet. Wie dem auch sey, auf jeden Fall hat diese Bildung mit der von einer wahren Oberhaut nichts gemein.

§. 218.

Haarwurzeln.

Solange die Vegetation durch grüne Theile am aufsteigenden Stocke fortdauert hat die Wurzel jene fadenförmigen Anhängsel, welche man als Fibrillen, Zasern, Haarwurzeln zu bezeichnen pflegt. Sie variiren in der Dicke von einer Gänsefederspule bis zu einem Zwirnsfaden, das erste sind sie bey Palmen, das zweyte bey dicotyledonischen Stauden und Kräutern, das Mittel halten sie bey den Gewächsen der Lilienfamilie. Ausser ihrer Zartheit und ihren freyen Ausgängen unterscheiden sie sich von der Hauptwurzel auch durch ihre durchgängig sehr lichte Farbe, die um desto lichter zu seyn pflegt, je jüngerer Entstehung sie sind. Ihrer Stellung nach sind sie manchmal vereinzelt, manchmal gedrängt und büschelförmig: immer aber kommen sie nicht an der Spitze, sondern seitwärts der alten Wurzel hervor. Im Innern betrachtet bestehen sie aus einem compacten Zellgewebe: nur die Mitte nimmt ein Gefässstrang ein und dadurch unterscheiden sie sich von allen Productionen am aufsteigenden Stocke, den Staubfaden ausgenommen. Es ist jedoch zu bemerken, dass dieser Strang im Würzelchen gleich bey und kurz nach seiner Bildung noch nicht vorhanden ist, sondern erst nach und nach entsteht, nemlich dadurch, dass zu der absteigenden Bewegung des Rindensafts die aufsteigende, deren Organ die Gefässsubstanz ist, hinzukommt. In den Würzelchen der Hyacinthen konnte daher S. Simon keine Gefässe wahrnehmen und gefärbtes Wasser stieg darin nicht auf (D. Jacinthes. 22. 24. t. II. f. 3. 4.), was ihn veranlasste, die Bestimmung dieser Organe zu sehr zu beschränken. Allein er erinnert selber, dass es sich mit den Würzelchen der Bäume, Stauden und Kräuter anders verhalte, auch dass in denen der Zwiebeln gegen

Digitized by Google

das Ende der Vegetationszeit ein holziger Strang sich bilde (L. c. 21. 23.). Diese Gefässe der Würzelchen nun schliessen sich denen der Centralsubstanz und bey ästiger Wurzel dem centralen Holzkörper des absteigenden Stammes und seiner Zweige eben so an, wie bey den Verzweigungen des aufsteigenden beobachtet wird. Wo demnach eine neue Bildung von Würzelchen geschieht, erhebt sich die Holzsubstanz der älteren Wurzel an der Oberfläche in Form einer spitzigen Warze, deren Ursprung man bis ins Centrum derselben verfolgen und wahrnehmen kann, es sey eine der Rindeninsertionen, welche sich erweitert hat. An die Oberfläche gekommen treibt sie die Rinde hervor und bildet einen Fortsatz, worin Gefässe entstehen, welche denen der Hauptwurzel sich anschliessen (Duham. l. c. 88.). In der vortrefflichen Abbildung daher, welche Decandolle von secundairen Würzelchen an Weidenzweigen, welche im Wasser vegetirten, gegeben hat (Ann. d. Sc. nat. VII. t. I. f. 2.) siehet man, wie der weisse Faden eines Gefässbündels von der Oberfläche des Holzes sich kegelförmig erhebt und in der Axe der jungen Würzelchen, so wie ihrer Verzweigungen, sich fortsetzet.

§. 219.

Ihre Lebensdauer und Verrichtung.

Den Zwiebeln und Knollen, so lange sie ruhen d. h. so lange sie ohne Blätter sind und noch des inneren Antriebes ermangeln, solche hervorzubringen, fehlen die Fibrillen gänzlich und müssen hier bey jeder Vegetationsperiode neu gebildet werden, um nach Beendigung derselben wieder zu vergehen. Dieses giebt der Vermuthung Raum, dass auch bey andern Wurzelformen bey jedem Intermittiren der Vegetation mit Abfall der Blätter ihr Schicksal das nemliche seyn möge. Aber es ist dabey die Verschiedenheit der Umstände zu erwägen. Bey der Zwiebel und Knolle sind gewöhnlich keine Mittelbildungen vorhanden zwischen dem dicken Hauptkörper und den zarten Fibrillen, wohl aber finden sich deren bey der ästigen, holzbildenden Wurzel, indem die Aeste hier in ununterbrochener Abstufung sich immer mehr verdünnen. Es frägt sich also, ob nicht hier die Fibrillen für eine oder mehrere fol-

Digitized by Google

gende Vegetationsperioden wenigstens theilweise sich erhalten und in grössere Zweige übergehen. Duhamel neigt sich zu der Meynung, dass sie sämtlich vergehen. Er beobachtete im Winter nach starken Frösten sämtliche Haarwurzeln getödtet, jedoch hatten andere Bäume, beym Eintritte einer milderen Temperatur deren neue entwickelt, welche die verlornen im Ueberflusse ersetzten (L. c. 89.). Auch siehet man in der That zur Zeit, wo die Vegetation grüngebliebener Stauden wieder anhebt, die überwinterten Zaserwurzeln in Menge abgestorben, während neue in der Bildung begriffen sind und Topfgewächse bekleiden endlich die innere Oberfläche der Gefässe mit einem dichten Filze von Haarwurzeln, der beym Umpflanzen weggenommen werden muss, damit die Pflanze deren neue in der erneuerten Erde treiben könne. F. C. Medicus ist daher der Meynung, dass die Wurzelfasern der Bäume nur ein Jahr hindurch in Thätigkeit sind, indem sie sämtlich absterben, sobald neue, deren Bildung im Herbste und Winter vorbereitet ward, ausgetreten sind. Er vergleicht ihr Entstehen und Vergehen mit dem der Blätter und Blüthen am aufsteigenden Stocke, in der Art, dass sie darin auch einerley Zeit beobachten sollen (Beytr. z. Pflanz. Anatomie u. s. w. 222.). A. Richard ist darin noch weiter gegangen; er findet die grösste Analogie zwischen den Haarwurzeln und den Blättern. Beyde, sagt er, sind vergängliche Theile und bloss die Verschiedenheit der Medien, worin sie sich entwikkeln, bestimmt ihre verschiedene Bildung (Nouv. Elem. 43.). Allein C. Sprengel (V. Bau 420.) und Decandolle (Organ. I. 251.) haben mit Recht die zu grosse Allgemeinheit dieser Aussprüche eingeschränkt. Alle Fibrillen haben, wie es scheint, in gleichem Grade die Fähigkeit, sich in Zweige zu verwandeln: allein bey der grossen Zahl derselben sind es nur einige, welche in dieser Art sich entwickeln, während die andern vergehen. So beobachtete es daher auch Dupetit-Thouars (Ann. d. Sc. nat. XIX. 323.) von den Seitenwürzelchen, welche die Tannen beym Ausgange des Winters treiben. Es erhellet aus der bisher geschilderten Art, wie die Wurzelfasern entstehen und vergehen, dass sie der wichtigste Theil der Wurzel sind, wenn man auch nicht Hedwig

Digitized by Google

und A. Richard Recht geben kann, dass sie allein den Namen der Wurzel verdienen.

§. 220.

Haare an den Seiten der Fibrillen.

Die Fibrillen sind häufig an den Seiten mit gegliederten, wasserhellen farbelosen Härchen versehen. Diese stehen zuweilen zerstreut, öfter aber nahe beysammen und zuweilen so gedrängt und in einer so ununterbrochenen Folge, dass sie einen wahren Filz darstellen. Sie sind allemal einfach, wenigstens habe ich niemals ästige wahrgenommen und eben so wenig solche, die am Ende verdickt sind, wie Kieser (Grundz. F. 62.) aus einer Atriplex abbildet. Ihre Länge ist verschieden und gemeiniglich sind sie desto länger, je entfernter von der Spitze des Würzelchen: nur die sich nahe stehenden pflegen eine gleiche Länge zu beobachten. Immer aber fehlen sie einerseits am Stamme und den grösseren Aesten der Wurzel, andrerseits an den Spitzen der Würzelchen; zuweilen reichen sie dabey bis nahe an diese Spitze, häufiger aber ist noch ein beträchtlicher Theil des Würzelchen aufwärts frey von ihnen. Was die Pflanzenfamilien betrifft, so findet man sie unter den Cryptogamen, welche mit einer Wurzel versehen sind, sowohl bey den Moosen, deren Wurzelfasern selber nichts weiter, wie solche Härchen scheinen, als bey Farrenkräutern z. B. Pteris serrulata (Kaulfuss Wesen d. Farrenkr. F. 40. 42. 46.), Equisetum, Salvinia, Lycopodium (Bischoff a. a. O. T. 3. 9. 12.). Unter den Phanerogamen haben Monocotyledonen, wie Dicotyledonen, sie in gleichem Maasse. Malpighi scheint sie überhaupt den Zwiebelgewächsen abzusprechen (Anat. pl. I. 156.): allein Schrank hat sie bey Amaryllis formosissima, Allium Cepa, Hyacinthus comosus beobachtet (V. d. Nebengef. d. Pfl. 52. 54.), und ich bey Narcissus Tazetta, Ornithogalum pyrenaicum, Allium sativum und andern, nur bey Crocus sativus vermisste ich sie gänzlich. Auch bey sonstigen Monocotyledonen fand ich deren, z. B. Arum maculatum, den Kornarten und so auch bey allen von mir untersuchten Dicotyledonen, sie mochten krautartig oder holzbildend seyn. Corradori wollte bemerkt

Digitized by Google

haben, dass sie niemals im Wasser sich erzeugen, sondern vorzugsweise an Würzelchen, so einer feuchten Luft ausgesetzt sind, wobey Dunkelheit ihre Entwicklung begünstigte. Es ist wahr, bey den Arten von Lemna sind sie nicht anzutreffen; auch habe ich deren niemals an den Würzelchen von Hyacinthen bemerkt, so in Glasgeschirren mit reinem Wasser gefüllt getrieben waren. Aber bereits Schrank hat sie auch an Wassergewächsen beobachtet (A. a. O. 53.) und an Stratiotes, Hydrocharis, Vallisneria habe ich sie aufs schönste entwickelt gefunden. Es muss daher andere Umstände geben, welche ihre Entwicklung in einigen Fällen zurückhalten.

§. 221.

Ihr Bau und ihre Bestimmung.

Unter dem Microscope betrachtet stellen sich die Wurzelhärchen als einfache Reihen von Zellen dar, die durch ihre Enden in einander zu münden scheinen und da die Organe, deren Oberfläche sie einnehmen, mit keiner Oberhaut versehen sind, so kann man sie als unmittelbare Verlängerungen des Rindenparenchyms der Würzelchen ansehen. Malpighi beobachtete, dass da, wo diese vom nächsten Erdreiche durch einen Raum getrennt waren, die Haare ein Netz bildeten, um die Erdklümpchen wucherten und auf gewisse Weise ausgedehnt schienen. Er glaubt deshalb, dass sie durch ihre Oeffnungen die Flüssigkeit von ihren Umgebungen aufnehmen und der Wurzel zuführen (L. c.). Es ist mir jedoch unbekannt, was für eine Erscheinung hier gemeynt sey; vermuthlich die nemliche, welche nach Agardh keine Bildung von Würzelhaaren, sondern eine pilzartige Formation ist (Organogr. d. Pfl. 119.), wäre dem so, so würde sie nicht in den Kreis der gegenwärtigen Betrachtung gehören. Corradori hält, vermöge der Art des Vorkommens, die er an den Wurzelhaaren glaubte wahrgenommen zu haben, sie für Organe, bestimmt die Feuchtigkeiten der Luft einzusaugen und Decandolle giebt dieser Meynung Beyfall (Organ. I. 117.). Allein dagegen streitet ihr Vorkommen bey Wasserpflanzen. Schrank, Sprengel (A. a. O. 393.) und Link (Nachtr.

Digitized by Google

I. 18.) halten sie, ohne weitere Einschränkung für einsaugende Organe *): allein dieses scheint der Natur der Rindensubstanz, wovon sie eine Fortsetzung sind, zuwider zu seyn und einer solchen Verrichtung die Spitze der Würzelchen, wo die Gefässe ausmünden, mehr zu entsprechen. J. P. Moldenhawer dagegen findet es wahrscheinlich, dass sie einen Saft absondern, der als Auflösungsmittel für die, von den Würzelchen aufzunehmende, Nahrung diene und diese Ansicht scheint mir, abgesehen von der Verwendung des Secreti, mehr Beyfall zu verdienen. Ich glaube demnach, dass diese Härchen mit der Einsaugung nichts zu thun haben und da sie offenbar einer späteren Bildung, als das Würzelchen selber, sind, dass sie dem, im Rindenparenchym desselben zu sehr sehr angehäuften, Bildungssafte zur Ableitung und zum Auswege dienen. Am Ornithogalum pyrenaicum fiel mir die starke Entwicklung von Härchen an manchen Stellen der Fibrillen auf: an solchen aber zeigte sich immer die Rindensubstanz ohne den Gefässkörper etwas verdickt und an spriessenden Roggen- und Gerstenpflänzchen sah ich das sandige Erdreich dem Filze, womit die Würzelchen überzogen sind, so fest ankleben, unstreitig vermöge einer von ihnen ausgesonderten Materie, dass ich es nur mit Mühe abspülen konnte, wobey an der Oberfläche selber nichts haftete.

§. 222.

Spitze der Fibrillen.

Ausser dem Mangel der Seitenhaare ist die Spitze der Würzelchen noch durch andere Merkmale ausgezeichnet, doch nur bey fortschreitender Vegetation und daher nicht im Winter oder wenn jene aus andren Gründen ruhet. Dahin ist besonders ihre hellere grüngelbe oder sonst ausgezeichnete Färbung

*) Es lässt eine Misdeutung zu, wenn Link von J. Hedwig sagt, dass er die Wurzelhärchen für Fortsätze der Gefässe gehalten (Elem. 121.): denn unter den feinsten Wurzelverlängerungen, die Fortsätze von den Hauptgefässen seyn sollen, umgeben mit Zellgewebe, dünkt mich Hedwig (Kl. Abhandl. I. 76.) offenbar die Wurzelzasern selber zu verstehen.

Digitized by Google

zu rechnen. In einem Erdreiche, welches nicht viele färbende Theile enthält oder, wo überhaupt die Farbe der Würzelchen hell ist, z. B. bey Gräsern und Zwiebelgewächsen, fällt der Unterschied eben nicht auf, aber z. B. bey den Farrenkräutern und Bäumen sticht das Weisse oder Gelbliche der Spitze gegen das Braun der übrigen Wurzel sehr ab. Auch am Getraide, wenn es zu spriessen anfängt, zeichnet sich die Spitze der neugebildeten Zasern durch eine schön röthliche Farbe aus. Eben so fand Malpighi die Würzelchen zuweilen bey Ulmen gefärbt (L. c.) und so habe ich sie auch an Kieferwurzeln im Winter beobachtet. Werden aber die Würzelchen in die Luft getrieben z. B. bey Aroïdeen, Orchideen, Farrenkräutern mit einem aufsteigenden, wurzelnden Stamme, so ist die Spitze dieser Luftwurzeln gewöhnlich schön grün und die nemliche Farbe zeigt sich an den Wurzeln der Wasserlinsen. Mit dieser lebhaften Färbung ist ein höherer Grad von Transparenz verbunden, welcher theils Folge eines, gleich zu erwähnenden, Baues ist, theils von der Neuheit der Oberfläche herrührt, auf welche sich noch keine den Durchgang des Lichts schwächende Theile abgesetzt haben. Nicht selten ist auch diese Extremität der Würzelchen im unverletzten Zustande mehr angeschwollen, als der übrige Theil. Ausgezeichnet fand Decandolle dieses (Ann. d. Sc. nat. VII. t. 1. f. 1. rr.) z. B. an Würzelchen, so von Weidenzweigen im Wasser getrieben waren. Malpighi nennt die Wurzelspitzen der Ulmen, die zuweilen in Trauben sassen, kugelförmig (A. a. O. f. 112.). Er hält sie für eine Art von Knospen für neue Wurzelverlängerungen, was auch die Ansicht von Dupetit-Thouars ist, die jedoch nichts weiter, als die Verdickung dieses Theiles für sich, hingegen wichtige Gründe gegen sich hat. Auch die Wurzelspitzen junger gesunder Roggenpflanzen fand ich bis aufs Doppelte des Volums der Würzelchen angeschwollen. Gewöhnlicherweise indessen ist, besonders bey Kräutern, eine solche Verdickung nicht wahrzunehmen und die Würzelchen enden bloss stumpf oder mit einer schwachen Zuspitzung. Es ist deswegen kein hinlänglicher Grund vorhanden, diesen Theil mit Decandolle durch einen neuen Namen zu bezeichnen: er will ihn Schwämm-

Digitized by Google

chen (Spongiole) genannt wissen. Seinem inneren Bau nach besteht er aus einem gedrängten Gewebe von kleinen, rundlichen, körnerlosen Zellen und der Gefässstrang, welcher die Mitte des Würzelchen einnimmt, tritt in jenen Theil entweder gar nicht ein oder er wird bald darin unsichtbar, so dass das Würzelchen stets mit jenem Zellgewebe endet, in welches die Gefässe auszumünden scheinen. Von der nemlichen Art, wie das Innere dieser Zellenmasse, ist aber auch die Oberfläche beschaffen, nur dass die Zellen seitwärts länglich, an der Spitze rund sind. Es fehlt daher eine Oberhaut mit ihrem eigenthümlichen Character gänzlich; eben so wenig kann von Papillen gesprochen werden (Link Grundl. 135.), wenn man damit einen bestimmten Sinn verbindet; es ist nichts als eine ebene zellige Oberfläche. Es fehlen aber auch Oeffnungen jeder Art, wovon Dupetit-Thouars glaubt, dass sie darin anzutreffen seyn müssten (Essays 198.), und wenn daher die Einsaugung der Wurzel durch diese Spitzen ausschliesslich Statt findet, wofür die Gründe beygebracht werden sollen, so muss solche ohne sichtbare Oeffnungen vor sich gehen.

§. 223.

Häutung ihrer Oberfläche.

Es scheint aber, dass die ungestörte Fortdauer dieser wichtigen Verrichtung dadurch bedingt sey, dass die Extremität den Würzelchen ihre Oberfläche nicht nur so weit solche die beschriebene zellige Masse bekleidet, sondern über den Anfang des Centralkörpers hinaus, von Zeit zu Zeit erneuert durch Abstossung der äussersten Zellenlage in Form eines Häutchens. Sprengel scheint etwas der Art schon beobachtet zu haben, indem er (V. Bau 393.) eines Mützchens erwähnt, welches bey Farrenkräutern, Gräsern, Palmen, besonders aber bey Lemna, das Ende der Wurzelfasern bedecke und von ihm für ein einsaugendes Organ gehalten wird. Indessen ist nicht wohl einzusehen, wie eine halbgelöste Haut diese Verrichtung haben könne: vielmehr giebt die von Kaulfuss (A. a. O. 64. F. 43—45.) gelieferte Darstellung der Art, wie dieser Theil bey den Farrenkräutern beschaffen ist und

Digitized by Google

entsteht, die Natur desselben zu erkennen. Es geschieht nemlich die Ablösung des Häutchens zuerst am oberen Rande, während es an der Spitze noch adhärirt, worauf endlich auch hier die Trennung vor sich geht. Das Abgesonderte zerreisst, löset sich auf, nach den Umständen schneller oder langsamer und die Oberfläche der Wurzelspitze ist dann wieder eben und glatt ohne Unterbrechung der Continuität. Aehnliches hat Bischoff an Lycopodium denticulatum, selaginoides und clavatum beobachtet (A. a. O. t. XII. f. 64—66.). Auch von den Würzelchen der Zwergpalme und Dattelpalme sah ich zu Zeiten ein flockiges Wesen an der Spitze, nicht an den Seiten, sich ablösen und an den, nicht in die Erde gedrungenen Würzelchen, hält dieses sich weit länger, gleichsam als sollte es die zarte Oberfläche des Saugorgans schützen. Decandolle's Abbildung (Org. II. t. X.) einer Wurzelspitze von Pandanus lässt vermuthen, dass hier ebenfalls ein solcher Vorgang Statt habe. Gleiche Entstehung hat auch das hutförmige Häutchen an den Wurzelspitzen von Lemna (Wolff de Lemna f. 16—18. 21.). Weber hielt dasselbe (Spic. Fl. Goett. 25.) für eine Calyptra, wie die Moose haben, welche Vermuthung er später (Wigg. Prim. Fl. Hols. 66.) zurückgenommen, L. C. Richard aber weiter verfolgt und durch Aufzeigung einer ähnlichen Entstehungsart, wie jenes Organ der Moose, näher zu begründen versucht hat (Ann. d. Bot. I. 201. t. 6. f. F. t. g.). Roth (Fl. Germ. II. 425.) glaubt darin ein Organ zur Bereitung des Nahrungssaftes zu erkennen. Am meisten von der Wahrheit hat sich unstreitig Agardh entfernt, indem er (Biol. d. Pfl. 162.) es für etwas aus dem Wasser Gebildetes und an die Würzelchen Abgesetztes hält. Man siehet aber, die Entstehung desselben, als eine häutige Scheide schon bey der ersten Verlängerung des Würzelchen: es umschliesset dann zuerst dessen unteren Theil, ist jedoch nur an der Spitze angewachsen, seitwärts aber allenthalben frey. Später erweitert es sich an seinem freyen Ende und wird undurchsichtig: dann nimmt man unter ihm schon wieder ein neuangelegtes wahr, welches endlich auch frey wird, indem jenes sich auflöset. Es ist also auch hier der nemliche Vorgang wieder. Seltener wird derselbe bey Dicotyledonen

Digitized by Google

bei Ann. du Mus. XVI. t. 6.). Die Spitze der noch lebhaft vegetirenden Würzelchen sah ich nirgend dem Holze anhangen, sie war, wie bey Nichtparasiten, etwas verdickt und dabey grau und farbelos. Dass die Würzelchen und der Holzkörper der Wurzel, gleich dem Stamme und seinen Verzweigungen, Spiralgefässe enthalten, ist nicht zu bezweifeln, da es Decandolle gelang, gefärbte Flüssigkeit aus einem Apfelbaumzweige in die auf demselben vegetirende Mistel, und umgekehrt, übergehen zu machen (Desfont. Hist. d. arbr. I. 340.). Nicht eigentliche Parasiten scheinen die Tillandsien zu seyn, sondern nur solche, wie mehrere Aroideen, Orchideen, Farrenkräuter es sind; auch würden ihre fadenförmigen steifen Würzelchen dem nicht angemessen seyn.

§. 225.

So wie derer, die an Wurzeln leben.

Zahlreicher sind jene Gattungen und Arten von Parasiten, welche auf den Wurzeln anderer Gewächse ganz oder theilweise die ihrigen ansetzen. Sie haben meines Wissens niemals grüne Blätter oder Stengel, also keine Organe einen rohen Saft in Bildungssaft zu verwandeln und daher scheinen die, von denen etwas Näheres bekannt ist, ihre einsaugenden Werkzeuge nur in der Rinde der fremden Wurzel zu fixiren. Die Organe dieser Art, womit Lathraea Squamaria den Eschenwurzeln sich einfügt, hat Bowman beschrieben (On the parasit. connexion of Lathraea etc. Linn. Transact. XVI. 399.). Sowohl am Ende, als an den Seiten der zahlreichen und sehr verästelten Wurzelfasern befinden sich Tuberkeln, zuerst rund, aber nachdem sie der Wurzel des Subjects sich angesetzt, unten vertieft oder platt. Aus der Ansetzungsfläche dringt dann weiter ein kegelförmiger Fortsatz durch die Rinde in den Bast bis zu einer verschiedenen Tiefe, aber nie bis ins Holz. Die Hauptmasse des Tuberkels ist Zellgewebe, nur die Mitte desselben nehmen zahlreiche rosenkranzförmige Gefässe ein (T. 23. F. 1. 2. 3.). Weniger bekannt sind die einsaugenden Organe von Orobanche: es scheint, als ob die Pflanze nur theilweise damit fremden Wurzeln sich ansetze. Von einer Art hat Malpighi die verdickte untere Extremität des Stengels nebst den an der Spitze gezahnten

Digitized by Google

Würzelchen roh dargestellt (L. c. 153. f. 158.). In den Abbildungen Vauchers vom Keimen und der Entwicklung von Orobanche ramosa siehet man zwar das Anhängen der Basis an den Hanfwurzeln, aber nicht die Art der Adhäsion (Mem. du Mus. d'Hist. nat. X.). An Orobanche caryophyllacea habe ich bemerkt, dass ein Theil der Fibrillen den Würzelchen von Thymus Serpyllum anhing, andere aber frey waren: von diesen hatte die Spitze die gewöhnliche conische Bildung, bey jenen aber war solche gestutzt und dieser Theil war dann der anhängende. Die Verbindung von Rafflesia und Brugmansia mit der Wurzel eines Cissus ist von Blume beobachtet worden (Fl. Javae I.). In Folge dessen beschränkt sich die Einfügung des Parasiten nicht bloss auf die Rinde des Subjects, sondern auch das Holz nimmt insofern Theil daran, als dessen Masse mit der Grundlage des Parasiten eben so verwächst, als das Holz eines oculirten Stammes mit der Grundlage der Knospe, die darauf gesetzt ward. Die porösen Gefässe desselben sah man dabey sich gleichsam krankhaft verändern, sich erweitern und stellenweise zusammenziehen oder auch unterbrochen werden, sich hin und her beugen und netzförmig verbinden, auch die Zellen in ihrer Nähe sich erweitern und mit Amylum füllen. In den Abbildungen jedoch siehet man keine andere Veränderung in dem Theile des Holzkörpers, welcher dem Parasiten zugewandt ist, als dass die Oeffnungen der durchschnittenen Gefässe nicht mehr sichtbar sind (T. III. F. 1. T. V. F. 1. 2. T. VI. F. 1—3.) und an einem trockenen Exemplare noch unentwickelter Brugmansia, welches ich der Gefälligkeit des Herrn Dr. Blume verdanke, sind solche durch eine Substanz angefüllt, die im ersten Grade sich durchscheinend und körnig-faserig, in der Folge aber undurchsichtig und mit einer festeren Beschaffenheit darstellt. Auf diese Art geben die Gefässe zwar sich nicht mehr durch eine Oeffnung kund, aber an feinen Abschnitten erkennt man unter dem Microscope, dass die Theile in ihrem Bau überall nicht verändert, sondern nur durch eine eingedrungene Materie, deren Gegenwart mit der Entwicklung des Parasiten zusammenhängt, verdunkelt sind. Mit was für Theilen Monotropa und Cytinus,

Digitized by Google

Hydnora und Ichthyosma, Cynomorium und andere Balanophoreen Richards den fremden Wurzeln anhängen, darüber fehlt es nicht weniger an Beobachtungen, als noch zweifelhaft ist, ob gewisse Orchideen, die das äussere Ansehen von Parasiten haben z. B. Nidus Avis, Epipogium, Limodorum abortivum, Corallorhiza u. s. w. es wirklich, wenigstens in ihrer ersten Lebensperiode, wie Decandolle glaubt (Phys. III. 1408.), sind. Auch über den inneren Bau der Parasiten sind noch Beobachtungen am Lebenden wünschenswerth. Spiralgefässe hat R. Brown in Rafflesia wahrgenommen (Ann. d. Sc. nat. II. Ser. I. 369.), nachdem er früher sie darin vermisset; auch in Orobanche, Hydnora, Cytinus und den Balanophoreen sind deren deutlich vorhanden. Nicht zum Einsaugen, sondern offenbar nur zum Anhalten, bestimmt sind gewisse wurzelähnliche Organe am Stamme von Hedera Helix und Vitis hederacea (Malp. l. c. 140. f. 104). Beym Epheu sind es behaarte einfache Stränge, im äusseren, wie inneren Bau Würzelchen ähnlich, welche kammförmig abgehen und durch einen klebrigen Saft, den sie überall ausschwitzen, sich der ganzen Länge nach an einen Baumstamm oder eine Mauer befestigen. Bey Vitis hederacea sind es eine Art von ästigen Ranken, wovon jeder Ast sich in eine Saugplatte endiget, welche vermöge eines von ihr ausgesonderten Saftes, fremden Körpern sich fest anhängt. Beyde sind nur von jähriger Dauer.

§. 226.

Bestimmung der Wurzel.

Dass der Nutzen der Wurzel für das Vegetabile ein doppelter sey, nemlich dasselbe zu fixiren und die Nahrung einzusaugen, darin stimmen ältere und neuere Physiologen (Malpighi l. c. 154. Decand. Org. I. 260.) überein. Die Pflanze bedarf, um sich zu ernähren, eines festen Punctes und selbst da, wo sie nicht einsaugend ist, wie bey den gefässlosen Algen, leistet sie doch Dienste als befestigendes Organ. Lemna scheint die einzige Phanerogamen-Gattung, wo die Wurzeln bloss von Wasser umgeben sind, denn bey andern Wasserpflanzen gehen sie nur durch dieses Element

Digitized by Google

in den Boden. Utricularia wurzelt nach einer Beobachtung (Deutschl. Flora I. 343.) während des ersten Jahres im Boden, schwimmt aber während der folgenden frey im Wasser. Die Befestigung in der Erde ist desto vollkommener, je mehr die Wurzeln sich verästeln, sich verlängern und tiefer eindringen. Die Palmen und Zwiebelgewächse daher, welche vermöge ihrer Art zu wachsen nur kurze und einfache Würzelchen in den Erdboden senden, haben eine schwache Befestigung. Von der Zwergpalme erzählt Desfontaines (Hist. d. arbr. I. 4.), dass sie auf den trocknen sandigen Bergen der Barbarey nicht über zwey Meter hoch werde, indem höher gewachsen sie von den Winden umgeworfen und zerstört wird. Zwiebelgewächse in einem leichten Boden werden losgerissen, wenn der Wind oder der Regen das Erdreich von den Wurzel-Fibern wegführt. Dass die Wurzel einsauge, was zum Leben der Gewächse erforderlich, erhellet aus Erscheinungen, die Jeder täglich vor Augen hat. Pflanzen, deren Wurzeln von Erde entblösst, oder die, wenn sie im Topfe vegetiren, lange nicht begossen worden, welken bald und sterben nach kürzerer oder längerer Zeit. Andrerseits hat die Beschaffenheit des Bodens auf die Gewächse, so darin wurzeln, grossen Einfluss. In einem magern Boden bleiben sie krüppelhaft, in einem wohlgedüngten wachsen sie üppig, aber erschöpfen ihn, so dass er neuer Düngung bedarf. Ericae wachsen nur in torfhaltigem, Tussilagines nur in thonigem, Salicorniae nur in salzhaltigem Boden und gewisse Pflanzen gestalten sich anders auf einem salzigen oder torfigen, als auf einem gewöhnlichen Gartenboden. Es hat jedoch S. Simon über die Verrichtung der Wurzeln eine abweichende Meynung, die er zwar nur in Bezug auf die Hyacinthe geltend macht, die aber doch, wenn sie hinreichend begründet wäre, auch auf andere Gewächse ausgedehnt werden müsste. Er betrachtet sie nicht als einsaugend für einen Saft der Erde, sondern als ausscheidende Werkzeuge, indem die Zwiebel durch sie, wie er glaubt, ihres Ueberflusses an Säften sich entledige, welche sie durch den scheibenförmigen Körper aufgenommen habe (D. Jacinthes ch. 3.). Die Hyacinthe, sagt er, kann sich innerlich ausbilden, einen Blüthenstengel

Digitized by Google

und Blüthen treiben, ohne Wurzeln zu haben. Sie kann aber kein Jahr ruhen vermöge ihres Gehalts an Saft, der Verderbniss bewirkt, wenn ihm kein Ausweg durch Wurzelbildung gegeben wird. Diese geschieht daher zuweilen schon, wenn die Zwiebel ausser der Erde ist, wo folglich die Würzelchen keine Nahrung einsaugen können. Auch ist die umgekehrte Kegelform derselben nicht geeignet für eine aufsteigende Bewegung durch sie, wozu es ihnen überdem an den Organen, nemlich den Gefässen fehlt, wohl aber für eine absteigende, wodurch die von dem festen Körper und den Blättern aufgenommenen Säfte wieder ausgeführt werden. Abgerechnet, dass einige dieser Thatsachen offenbar unrichtig sind, lassen andere, deren Wahrnehmung einen scharfsichtigen Beobachter verräth, allerdings sich nicht abläugnen, ohne doch beweisend zu seyn. Die absteigende Saftbewegung in den Wurzelfortsätzen schliesst die aufsteigende nicht aus. Durch die erste bilden und verlängern sie sich und unstreitig kann die Masse des absteigenden Safts, wenn sie nicht dadurch consumirt wird, Verderbniss herbeyführen. Allein die andere ist eben so gewiss vorhanden, als ihre Organe, die Gefässe, es sind und da sie einen mehr unmittelbaren Bezug auf die Erhaltung des Ganzen hat, so ist sie unmittelbarer Zweck des Daseyns der Wurzel. Bey der kurzen Lebensdauer dieses Theiles bey der Hyacinthe ist der erste Act in die Augen fallender: allein bey andern länger dauernden Wurzeln ist es der zweyte, den wir daher mit Recht auf das ganze Organ übertragen. Auch J. Murray (Edinb. phil. Journ. XIV.) hat die Wurzel, welche bey Saftgewächsen zu klein für das Geschäft der Einsaugung sey, bloss für ausscheidend halten wollen, indem er bemerkte, dass sowohl Kohlensäure, als Eyweissstoff durch sie fortgehe. Allein selbst wenn es mit diesen Erfahrungen seine Richtigkeit hat, wie denn bereits Hales (Veg. Stat. 86.) aus dem abgeschnittenen, in Wasser gestellten, unteren Ende einer Wurzel unzählige Luftblasen kommen sah, folgt daraus nichts gegen das Einsaugungsvermögen der Wurzel. Nicht unpassend ist daher die Vergleichung der Organe, deren sich diese dabey bedient, mit den lymphatischen und Milchgefässen des thierischen Körpers

Digitized by Google

(Duham. l. c. I. 90. Vanmarum Diss. quousque motus fluidor. etc. in pl. et animal. consentiant. §. 2.).

§. 227.

Die Spitze ist der hauptsächlichste einsaugende Theil.

Welcher Theil an der Wurzel der einsaugende sey, ergiebt sich schon aus dem bisher geschilderten Bau. Nur die Spitze der Würzelchen ist dazu geeignet, da eine immer erneuerte zellige Oberfläche hier die Einsaugung bewirken und da das Eingesogene von den Anfängen der Gefässe aufgenommen werden kann, was sonst nirgend so vereinigt ist. Zwar dieser Theil besteht aus blossem Zellgewebe, allein dieses ist in Bau und Färbung von dem gewöhnlichen verschieden, zum Beweise, dass es einer besondern Verrichtung vorstehe. Beym Weine z. B. geht durch die Mitte ein Streifen, der eine Fortsetzung der Gefässsubstanz zu werden bestimmt scheint und der aus Längsreihen von Zellen besteht, während diese in der übrigen Masse ohne Ordnung zusammengefügt sind (Dutrochet L'agent immediat 93.). Auch zeigt eine Entfärbung, ein Schwärzlichwerden, ein Zusammenfallen dieser Spitze immer eine wichtige Störung in der Ernährung des Individuum, so wie ihre lebhafte Färbung und Torosität das Gegentheil an. Delabaisse setzte Pflanzen mit den Wurzeln dergestalt in Trichter, dass die Fibrillen ausser demselben, die grösseren Zweige aber in der Erweiterung des Trichters, sich befanden, den er mit Wasser füllte, nachdem er das Ende mit Wachs verschlossen hatte. Diese Individuen blieben länger frisch, als andere, deren Wurzel ganz ausser Wasser gehalten ward. Noch länger erhielten ihre Frische solche, die nur mit den Spitzen ihrer Würzelchen in Wasser tauchten und am längsten solche, deren ganze Wurzel sich unter Wasser befand. Duhamel schliesst aus diesem Versuche, dass von der ernährenden Flüssigkeit das Meiste durch die Spitze der kleineren Würzelchen, wenig aber aber durch den Körper der grösseren von Aussen eingehe (L. c. I. 239.). Allein für den letzten Theil dieses Satzes fehlt, wie mich dünkt, der Beweis, indem eine Wurzel, deren Körper wegen Mangel

Digitized by Google

umgebender Feuchtigkeit austrocknet, in ihrer Gefässthätigkeit auch ohne einzusaugen, leiden muss. Aehnliche Versuche, mit jungen Pflänzchen von Rosscastanien angestellt, wollten Bonnet nicht gelingen (Usag. d. feuill. 64.): aber Senebier (Phys. veg. I. 311.), indem er eine Rettichwurzel einmal mit ihrem mittleren Theile, ein andermal mit ihrer Extremität in Wasser tauchen liess, glaubte wahrzunehmen, dass nur durch diese Extremität die Einsaugung geschehe, und auch Corradori hat diese Versuche mit Erfolg wiederholt, an den Wurzeln von Getraide und Lupinen jedoch Resultate erhalten, welche ihn hier die Einsaugung auch durch die Oberfläche annehmen lassen, wogegen Decandolle (Org. I. 91.) wiederum gegründete Einwendungen gemacht hat. Häufig sieht man an Zwiebelgewächsen, an Topfgewächsen z. B. Heidearten, wie nicht bloss der Wurzelkörper, sondern selbst der obere Theil der Würzelchen von Erde entblösst ist, ohne dass dieses die Ernährung hindere. Duhamel bemerkte, wenn Ulmen neben Getraidefeldern standen, dass das Getraide, falls die Bäume noch jung waren, in der Nähe derselben nicht gedieh, waren es aber alte Stämme, nahe bey solchen vortrefflich wuchs, jedoch in einer Entfernung von vier bis fünf Klaftern *) sehr kümmerlich stand. Er schreibt diese Verschiedenheit des Erfolges den Haarwurzeln zu, welche hier eine, nach Verhältniss des Alters verschiedene Entfernung von den Stämmen hatten und den Boden aussogen, ohne dass die Oberfläche der grösseren Wurzelstämme daran Theil nahm (L. c. I. 89.). Auch ist solche bey ausdauernden Wurzeln mit abgestorbenen Lagen von Rindenzellgewebe gewöhnlich so sehr überzogen, dass an eine Einsaugung nicht wohl zu denken ist. Nimmt man dagegen die Erde um die Wurzel einer thränenden Weinrebe allmählig tiefer weg und schneidet dabey die entblössten Wurzeln weiter ab, so sieht man die Thränen nur aus der Schnittfläche kommen, welche mit der Spitze der Wurzel in Verbindung geblieben, zum Be-

*) „Quatre à cinq toises" also nicht vier bis fünf Fuss, wie Senebier sagt.

Digitized by Google

weise, dass nur diese der einsaugende Theil sey (Dutrochet l. c. 91.).

§. 228.

Ursache der Einsaugung.

Wie gehet die Einsaugung durch die Wurzel vor sich? Grew (Anat. pl. 82.) betrachtet solche als die eines Schwammes. Denn, sagt er, die Wurzel ist überall umkleidet von einer Rinde, welche als ein zelliger, schwammiger Körper die wässerigen Theile des Bodens, so mit gewissen Principien geschwängert sind, leicht aufsaugt. Der nemlichen Ansicht sind Vanmarum (De motu fl. §. 50.) und Senebier, und Decandolle in seinen frühern Schriften (fl. franc. I. 166.) hat sie gleichfalls. Allein die Einsaugung eines Schwammes ist blosse Wirkung der todten Attractivkraft: nicht so die der Wurzel. Sie kann durch Reizung vermehrt werden, sie kann aufhören und wieder anfangen, sie wirkt mit einer gewissen Wahl und nicht im Verhältnisse der blossen Masse. Durch Reizmittel daher, welche man der einzusaugenden Flüssigkeit zugesetzt z. B. durch einen kleinen Antheil von Salpeter oder Kochsalz, so in dem Wasser, worin man Hyacinthenzwiebeln ernährt, aufgelöset worden, wird die Einsaugung der Wurzeln verstärkt. Die Wurzeln unserer Waldbäume saugen im Winter, obgleich mit wohlbeschaffenen Extremitäten versehen, doch keine Nahrung ein wegen mangelnder Reizempfänglichkeit, und wiederum ist ihre Einsaugung in dem Maasse stärker, als mehr Materie durch das Kraut verbraucht wird. So wirkt sie auch mit Auswahl und nimmt weder Stoffe auf, die dem Leben des Individuum nachtheilig sind, noch gefärbte Flüssigkeiten, also ganz anders, wie die Gefässe, welche, wo sie blossgelegt sind, beydes mit Begierde einsaugen. Die Nichtbeachtung dieses Unterschiedes hat Ansichten veranlasst, welche damit im Widerspruche stehen. Dass die Wurzeln gleichgültig seyen für das, was sie aufnehmen, und dass sie daher auch Salze, so für das Individuum schädlich, einsaugen können, ist die Meynung von Duhamel (l. c. II. 211.); und Humphr. Davy (System d. Agric. Chemie übers. von Wolff 306.), so wie A. F.

Digitized by Google

Wiegmann (Schr. der Marb. naturf. Ges. II.) haben diese durch Versuche bestätigen wollen. Davy nahm an einer Primel, deren Wurzeln in einer schwachen Auflösung von Eisenoxyd in Weinessig bis zum Gelbwerden der Blätter gestanden hatten, bey Untersuchung mit Reagentien die deutlichsten Spuren einer Absorption der Auflösung wahr. Link verband das zur Einsaugung dargebotene Gift mit der Erde (Ann. d. Sc. nat. XXIII. 147.). Töpfe, worin Pflanzen lebhaft vegetirten, wurden mit dem Untertheile abwechselnd in schwache Auflösungen von blausaurem Eisen und schwefelsaurem Kali gestellt, wonach bey der Untersuchung die aufgenommenen Auflösungen durch blaue Färbung der Gefässe des Stengels sich zu erkennen gaben. Ich läugne die Richtigkeit dieser Versuche keinesweges, vielmehr sind mir deren bekannt, welche das nemliche Resultat gaben: aber hatte man sich dabey versichert, dass sämtliche Würzelchen unverletzt waren? Gewiss nicht, auch ist dergleichen Beschaffenheit bey Topfgewächsen nicht wohl denkbar. Und wenn es war, konnte nicht die erzwungene naturwidrige Einsaugung die zuerst getroffenen zarten Wurzelspitzen so verletzt haben, dass diese nun die Flüssigkeit unverändert in die Anfänge der Spiralgefässe übergehen liessen? Th. de Saussure, als er Individuen von Polygonum Persicaria und Bidens tripartita mit ihren Wurzeln in Auflösungen verschiedener Art gestellt hatte, sah diese am meisten von solchen Salzen aufnehmen, die dem Pflanzenleben verderblich sind, und er schreibt diesen Erfolg mit Recht einer Desorganisation zu, welche durch sie in den einsaugenden Theilen der Wurzel hervorgebracht war. Ihre verderblichen Wirkungen zeigten sich daher am auffallendsten, wenn man von den Würzelchen etwas abgeschnitten hatte (Rech. chim. s. l. veg. 252.). So lange also, bis von dieser Seite jene Versuche keinen Einwand mehr zulassen, wird es mit der Natur organischer Körper, worin die Selbsterhaltung die Grundeigenschaft ist, mehr übereinstimmen, mit Grew (L. c. 83.) zu sagen: dass in den Wurzeln eine Anziehung der von Aussen dargebotenen Stoffe nur mit Wahl Statt finde.

Digitized by Google

§. 229.

Sie ist keine todte Kraft.

Die nemliche Rücksicht muss festgehalten werden in Bezug auf die von Einigen behauptete, von Andern geläugnete, Einsaugung von Farbestoffen mit Flüssigkeiten durch die Wurzel. Bonnet liess Erbsen- und Bohnenpflänzchen, so im Dunkeln gekeimt und deshalb bleichsüchtig waren, in einem Aufgusse von Röthe einige Tage liegen. Nach Verlauf dieser Zeit waren die Wurzeln davon gefärbt, vorzüglich an der Spitze und in ihrer Centralsubstanz, welche Färbung auch den Stämmchen sich mitgetheilt hatte. Liess er jedoch die Saamen in dem Rötheaufgusse keimen, so nahmen die Pflänzchen rasch zu, aber eine Färbung ward an ihnen nicht bemerkt (Us. d. feuilles 243. 247.). Dieses deutet offenbar darauf hin, dass im ersten Falle die Wurzeln nur, weil sie krank waren, die färbenden Stoffe aufnahmen; was im zweyten nicht geschah, weil sie sich gesund befanden. Sprengel, Kieser und Link lassen daher eine solche Aufnahme nur für besondere Fälle zu. Niemals, sagt dieser, gehen gefärbte Flüssigkeiten in eine Wurzel ein, welche ihre Rinde noch unversehrt hat, sondern nur in eine, an welcher die Spitze abgeschnitten oder verdorben ist (Elem. Ph. bot. 376.); und diesem Urtheile muss ich nach wiederhohlten eigenen Versuchen beytreten. Dagegen lässt wiederum Decandolle (Organogr. I. 92.) einen Uebergang der Farbe durch gesunde und unverletzte Würzelchen zu, gestützt auf einige Versuche (Ann. d. Sc. nat. VII. 20. u. f.) die mir solches jedoch nicht, ja vielmehr das Gegentheil darzuthun scheinen. Es wurden nemlich in dem einem Versuche die Würzelchen gefärbt, weil die am untern Theile des Zweiges blossgelegten Gefässe das gefärbte Fluidum aufgesogen und es denen der Würzelchen mitgetheilt hatten: sie färbten sich aber im zweyten Versuche nicht, weil sie mit ihren unverletzten Spitzen unmittelbar in die gefärbte Flüssigkeit tauchten, mit Ausnahme der obersten, welche eine leichte Färbung zeigten. Dass diese in einem unmittelbaren Uebergange des gefärbten Fluidi in die Gefässe z. B. durch die Narben der abgefallenen Blat-

Digitized by Google

ter, ihren Grund hatte, vermuthet Decandolle selber (A. a. O. 24.) und ein von ihm gemachter Gegenversuch ist, meines Erachtens, nicht geeignet, diese Vermuthung zu entkräften. Es muss demnach anerkannt werden, dass die Einsaugung der Nahrungsflüssigkeit durch die Wurzelspitzen nicht in einer todten Kraft der porösen Masse, sondern in einer lebendigen Wirkung gegründet ist, und auch Decandolle hat späterhin (Phys. veg. I. 67. 71.) eine solche Ursache, wenigstens neben den andern, zugelassen.

§. 230.

Sondern beruhet auf der Lebensturgescenz.

Es ist seit langer Zeit in die organische Naturlehre eine Thatsache eingeführt, die hier für die Erklärung zuzureichen scheint, obgleich kein Grund davon sich angeben lässt, nemlich das Vermögen des Zellgewebes im Pflanzenreiche, des Schleimstoffes im Thierreiche, auf einen äusseren oder inneren Reiz anzuschwellen. Diese Wirkung ist stets mit einem Zuflusse von Säften verbunden: aber E. B. G. Hebenstreit (De turgore vitali Lips. 1795.) hat gezeigt, dass dieser Zufluss keinesweges Ursache, sondern Folge jener Ausdehnung, jener Lebensturgescenz sey, die eine ursprüngliche Eigenschaft des Zellstoffes ist. Sie zeigt sich an nervenreichen zelligen oder drüsigen Theilen des Thierkörpers, die dabey ihr Volumen zuweilen ausserordentlich vermehren und zugleich, wofern das Thier rothes Blut hat, sich röthen. Besonders zeigt sich ihre Wirkung an denjenigen Organen, welche den Speisesaft nach vollbrachter Verdauung aus dem obern Theile des Darms aufnehmen, den Darmzotten und Darmanhängen. Bekanntlich sind diese ein blosser Schleimstoff, welcher ausser einigen Blutgefässen und den Anfängen der einsaugenden Gefässe, keine weitere Elementarorgane enthält. Nach beendigter Verdauung bewirkt der bis in den Darmtheil, worin sie sich befinden, hinabgestiegene Chylus eine Reizung, vermöge deren sie anschwellen und in Folge dieser Anschwellung den Speisesaft in sich aufnehmen (Hebenstreit l. c. 10.), ohne dass man Oeffnungen zu diesem Behufe an ihnen

Digitized by Google

bemerkt (G. R. Treviranus Ges. u. Ersch. I. 316.). Auch im Pflanzenreiche lässt sich die Thätigkeit dieses Vermögens nicht bezweifeln und müssen wir überhaupt annehmen, dass lebende Zellen einen beständigen Trieb haben, sich auszudehnen, der nur durch den gegenseitigen Druck, durch die Oberhaut u. s. w. zurückgehalten ist: so lassen sich Ursachen denken, welche diesen Trieb verstärken und wir werden sie Reize nennen. Aehnlich daher, wie bey den einsaugenden Organen im Thierreiche wird die Wirkung bey Pflanzen an Theilen seyn, welche die nemliche Bestimmung und in ihrer Art den nemlichen Bau haben, wie jene, nemlich an den Wurzelspitzen. Sobald für sie der geeignete Reiz fehlt, oder was vom nemlichen Erfolge ist, sobald ihre Reizbarkeit sich bis zu einem gewissen Grade vermindert hat, hört die Reizung des Zellgewebes, woraus sie bestehen, folglich die Ausdehnung desselben und so auch die Aufnahme von Säften durch diesen Weg auf. Sie fängt aber wieder an, sobald durch den Wechsel der Jahrszeit, des Bodens und anderer Umstände die Reizbarkeit oder der Reiz zurückkehrt und das Ausdehnungsvermögen der Zellen wieder zur Aeusserung gelangt. Ungefähr die nemliche Ansicht ist die von Dutrochet, indem er jedoch die Ursache auf eine allgemeinere, dunkle Naturwirkung, Endosmose von ihm genannt, zurückzuführen sucht. Die Spongiolen, sagt er, wenn sie fungiren, sind offenbar in einem Zustande von Turgidität. Da nemlich der Saft der Zellen, aus welchen sie bestehen, dichter ist, als der wässerige Saft der Erde, so dringt dieser durch Endosmose unausgesetzt in sie ein, erfüllt ihr Inneres zum Uebermaasse und macht sie turgescirend. Bey Fortdauer der nemlichen Wirkung findet dann das Fluidum nur Einen Ausweg, nemlich in die für das Aufsteigen bestimmten Gefässe (L. c. 162.). Was hier einer unbekannten Wirkung, die auch in nichtlebenden Theilen gelten soll, zugeschrieben wird, ist, ohne dass man zu unerwiesenen Voraussetzungen seine Zuflucht nehme, als die unmittelbare Wirkung einer Reizung zu erklären, die ihr Analoges in vielen andern Lebenserscheinungen hat.

Digitized by Google

§. 231.

Nicht blosses Wasser wird eingesogen.

Was wird vom Vegetabile durch die Wurzel oder auch auf andern Wegen, wenn Beweise dafür seyn sollten, aufgenommen, damit es zu dessen Nahrung diene? Die Mehrzahl der Physiker des 17. Jahrhunderts bis in und über die Mitte des 18. waren der Ansicht, dass dieses ein reines Wasser sey, welches sich durch die Vegetation in die Theile der Pflanze verwandle. Dieser Meynung waren z. B. im siebenzehnten Jahrhundert Baco von Verulam, Helmont, Boyle, im achtzehnten Kraft, Wallerius, Eller und gewissermassen auch Duhamel. Berühmt ist in dieser Hinsicht ein Experiment von Helmont. Dieser pflanzte in einen Kübel, der eine Portion Erde enthielt, die im Ofen getrocknet 200 Pfund wog, einen Weidenzweig, dessen Gewicht fünf Pfund war. Nach fünf Jahren wog dieser 169 Pfund und drey Unzen: er hatte also 164 Pfund im Gewichte zugenommen, obschon die Erde im Kübel während dieser Zeit sich nur um zwey Unzen vermindert hatte und bloss mit Regenwasser begossen worden war *). Aehnliche, aber wenig genauere Versuche stellte R. Boyle an (Chym. scept. 96—99). Er liess die zuvor wohl getrocknete und dann gewogene Erde der Töpfe, worin eine Kürbispflanze erzogen ward und mehrere grosse Früchte zur Vollkommenheit brachte, mit blossem Regen- oder Quellwasser begiessen: sie zeigte aber, nachdem sie wiederum getrocknet worden, nicht die mindeste Verminderung am Gewichte. Der nemliche Versuch, mit einer Gurkenpflanze gemacht, gab ein etwas anderes Resultat, indem einige Verminderung der Erde sich ergab, obgleich bey weitem keine so bedeutende, um der Gewichtszunahme der Pflanze an Blättern, Stengeln, Früch-

*) Eller (Physic. Schriften übers. von Gerhard. II. 240.) schreibt diesen Versuch dem R. Boyle zu, obgleich dieser (Chymist. scept. 100.) ausdrücklich sagt, dass er von Helmont gemacht sey. Auch Agardh (Biol. 11) und Decandolle (Phys. I. 72.) sind sehr ungenau in Erzählung der Nebenumstände dieses Experiments.

Digitized by Google

ten zu entsprechen. Pflanzen von Krausemünze, Majlisse, Poley erzog Boyle in reinem Wasser und erder Destillation, nachdem die flüchtigen Substanzengangen, einen Rückstand von Kohle, die er aus Erde bestehend glaubt. Kraft (N. Comm. Petroerzog Erbsenpflanzen, Eller (A. a. O.) Kürbis- undthen-Pflanzen, ohne ihnen andere Nahrung, als reinser, zu geben. Auch Duhamel erzählt (Phys. d. a203.) mehrere von ihm angestellte Versuche dieser Ater denen besonders der auszuzeichnen, wo eine Eidem Kerne in blossem Wasser gezogen und darin- alang ernährt ward, so dass ihr Stamm alsdann vier Aeste hatte, mehr als 18 Zoll hoch war und 19 bis im Umkreise besass. Dabey neigt Duhamel sich (L.sehr zu der Meynung hin, dass reines Wasser den die erforderliche Nahrung gewähren könne.

§. 232.

Sondern in Verbindung mit nährender Mate

Aber es ist einleuchtend, dass allen diesen Vdie gehörige Genauigkeit fehle, dass mit Unrecht angebrauchte Regen- oder Quellwasser als völlig rein dedass auf den Zugang durch die poröse Substanz näso wie auf den Einfluss der Atmosphäre und der Theile, welche sie mit sich führt, zu wenig Rücksichtmen worden. Schon Malpighi erinnert dieses gegen montschen Versuch (Opp. posth. 103.). Auch Dgesteht dieses an einem andern Orte (L. c. 217.) ein hält es für wahrscheinlich, dass mit dem Wasser Stoff Wurzeln übergehen, wodurch die Masse des Gewächerzeuge. J. A. Külbel suchte durch Versuche auszuwas die Erde fruchtbar mache. Er fand es sey eine schlim Wasser auflösliche Substanz, welche man durch dalaugen solcher Erde in Gestalt einer braunen Flüssigkeman nur abrauchen zu lassen brauche, erhalte. Sie salzigen Theilen in verschiedenem Verhältnisse vermisaus der Luft verbinde sich das brennbare Wesen mit ihrerhalte sie auch aus allen Pflanzentheilen durch das

Digitized by Google

und alle Düngerarten wirken nur etwas, insofern sie dem Erdboden von dieser Substanz mehr mittheilen (Diss. praemio orn. de caus. fertilitat. terr. Dresd. 1739. Hamb. Magaz. XV.). Bonnet beobachtete, dass Pflanzen in befeuchtetem Moose weit besser wuchsen, als in blossem Wasser, ja sogar besser, als in Gartenerde. Nicht nur Saamen von Sommergewächsen keimten in solchem, nicht nur gaben diese Pflanzen, darin weiter erzogen, Blüthe und Frucht, sondern selbst holzbildende Gewächse vegetirten in feuchtem Moose besser, als in Erde selber, und bildeten reichliche und gute Früchte (Mem. de l'Ac. d. Sc. d. Paris 1750. Oeuvr. d'Hist. nat. II.). Bonnet stellte deshalb sich vor, das Wasser löse die erdigen, fettigen, salzigen Theile auf, welche die eigenthümliche Nahrung der Gewächse ausmachten (A. a. O. 143.). Deshalb nannte O. von Münchhausen die fruchtbare Gartenerde eine künstliche Verbindung von verfaulten Pflanzen- und Thierstoffen mit einer Grundlage. Und wiewohl er sich nicht überwinden konnte, sie zu kosten, meynte er, ihr Extract müsse den Geschmack von einer aufgelöseten Fleischbrühe haben, nicht unangenehm, nicht bitter, nicht zu salzig, nicht scharf (Hausvater V. 827.). Diesen Vorstellungsarten ist es demnach gemeinschaftlich, das, was die Pflanzen ernährt, in eine besondere, mit dem Fette in Schlüpfrigkeit übereinkommende Substanz zu setzen, welche nicht nothwendig mit der unfruchtbaren Grundlage verbunden ist, jedoch häufig sich darin findet, welche darin vermehrt oder vermindert, auch ganz daraus genommen werden kann. Jedoch drückte man sich dabey meistens so aus, als sey diese Substanz, wiewohl im Wasser völlig auflöslich, doch erdiger Art und dieses scheint die an sich so einfache und wahre Ansicht in unverdienten Miscredit gebracht zu haben.

§. 233.

Chemische Ansichten der Ernährung der Gewächse.

Im letzten Viertel des verflossenen Jahrhunderts, da durch Englische und Französische Chemiker die Kohle, die man bis dahin als zusammengesetzt betrachtete, nun als Element aufgestellt ward und die Meynung, dass die, von Priest-

Digitized by Google

ley als ein wichtiges Agens in di
fixe Luft die Verbindung eines Saue
sey, die Oberhand behielt, veranl
die Pflanzen durch Verbrennung u
cesse eine Menge von Kohle geben,
diese erhalten und in sich sammel
nahme von Aussen. In der Ansicht
cesses aber wichen die Bekenner d
ab. Hassenfratz (Ann. d. C
bert und Kirwan (Ueb. d. Di
Lentin) glaubten, dass die Pfla
Extracte des Humus und des Dün
genhouss hingegen (Ess. on t
übers. von G. Fischer) und
veg. III. 148.) hatten die Ansicht
composition der Kohlensäure in de
der Sauerstoff theils als Gas dur
ausgehaucht, theils zur Bildung a
tation verwandt würde. Betreffend
säure, so wurde eine zwiefache ange
lich sollte der Boden sie den Wur
sollten die Blätter sie aus der Atmos
doch müsse in beyden Fällen die M
Kohle mässig seyn, indem Ueberma
Nahrung, schade und statt heilsame
derbliche hervorbringe. Zu dieser Le
ser den genannten, der Hauptsache
de Saussure, in England Arth.
Davy und in Deutschland wurde
Link und Sprengel vertheidiget.
Theile dieses Ernährungsprocesses ab
forscher wiederum von einander ab.
che aus dem Boden durch die Wurzel
Ingenhouss und Senebier das,
Pflanze ernährt: nach Saussure
Haupternährung durch jene, welche
der Atmosphäre aufgenommen wird.
Kohlensäure verbunden seyn muss, u

Digitized by Google

Ingenhouss das blosse Vehikel des Nahrungsstoffes, ohne materiell zur Nahrung zu dienen: hingegen nach Senebier, A. von Humboldt (Vorr. zu Ingenhouss üb. Ern. d. Pfl.), Theod. d. Saussure (Rech. s. la vegetation. 228.) und Link (Elem. 380.) wird es selber zur Nahrung der Pflanze verwandt, indem es an der Bildung der Masse derselben Theil hat. Nach Senebier z. B. verbindet das Hydrogen desselben sich mit dem Kohlenstoffe: nach Link bewirkt der Humus die Decomposition des Wassers im Uebergange desselben in die Würzelchen, indem zugleich sein Kohlenstoff und Stickstoff frey werden und alle zusammenverbunden bilden die Masse des Vegetabile. Auch über das Verhalten der Erde und der extractiven Theile des Bodens dabey sind die Ansichten verschieden. Nach Ingenhouss und Senebier trägt die Erde zu diesem Ernährungsprocesse nichts bey, die auflöslichen Theile des Humus und Düngers aber wirken dabey nur soviel, als sie Kohlensäure erzeugen. Dagegen halten Humboldt und Link die Erde, worin die Wurzeln der Pflanzen sich befinden, bey der Assumtion von Nahrung durch sie thätig und Saussure glaubt, dass erdige Theile selber, sowohl aus dem Boden, als aus der Atmosphäre, übergehen. Nicht nur hierin kehrt dieser vortreffliche Naturforscher zu einer früheren Ansicht theilweise zurück, sondern auch darin, dass er einen Theil vom Extractivstoff des Bodens von den Wurzeln absorbirt werden lässt. Wasser und Kohlensäure reichen nach ihm offenbar nicht hin zur Ernährung. In Versuchen, die fünf Jahre lang fortgesetzt wurden, Saamen in reinem Wasser oder in Pferdehaaren, die man mit destillirtem Wasser begoss, zu vollständiger Entwicklung zu bringen, kamen die erzogenen Pflanzen allenfalls zur Blüthe, gaben aber niemals reifen Saamen (Rech. 245. 270.). Giobert, Hassenfratz und andere sind darin nicht glücklicher gewesen. Der Meynung von Saussure sind Link und Davy beygetreten und der Letztgenannte fand; dass Münzpflanzen mehr vegetabilische Materie aufgenommen hatten, wenn sie in einem damit angeschwängerten, als wenn sie in reinem Wasser gewachsen waren (Elem d. Agricult. Chemie, übers. v. Wolff. 306.). Auch

Digitized by Google

Chaptal hält, wie es scheint, die auflöslichen, chemisch unveränderten, Theile der Düngungsmittel für das unmittelbar Ernährende der Gewächse (Ann. d. Chim. LXXIV.).

§. 234.

Zweifel dabey.

Aber ist die Voraussetzung, dass das Ganze oder ein Theil dieser Nahrung vor oder beym Uebergange in die Pflanze eine chemische Umwandlung erlitten haben müsse, auch durch Erfahrung begründet? Dass Wasser in die Wurzeln eingehe ist nicht zweifelhaft, da diese nur Flüssiges aufnehmen, desto mehr aber, dass es auf seinem Wege zerlegt werde. Es müsste sich dabey verzehren: aber wir sehen es als rohen Saft bis zu den Blättern und Zweigspitzen aufsteigen. Und gesetzt, es würde zerlegt, so wird dadurch nicht die Zunahme an Materie, besonders an Kohlenstoff begreiflich, nicht, warum einige Bäume des Wassers so viel bedürfen z. B. Birke, Weinstock, andere hingegen so wenig, während in allen die Ernährung auf die nemliche Weise von Statten geht. Wahrscheinlicher ist daher, dass es hier als blosses Vehikel des Nahrungsstoffes diene. Was die zwiefache Quelle der Kohlensäure und zwar zuförderst den Antheil des Bodens an Bildung derselben betrifft, so kann nicht bezweifelt werden, dass solche in der obersten Schicht desselben durch Einwirkung der Atmosphäre auf die Kohle des Humus sich fortwährend entwickeln könne: allein dass diese Bildung auch in einer solchen Tiefe des Bodens, wohin z. B. die Wurzeln der Bäume reichen, ihren steten Fortgang habe, dafür sind, meines Wissens, keine Gründe vorhanden. Andererseits ist es eine unerwiesene Hypothese, dass die kohlehaltigen Bestandtheile des Humus, welche das Material für die Vegetation geben und darin durch Düngung vermehrt, durch Pflanzenwachsthum erschöpft werden, dabey nur insofern wirken, als sie sich in Kohlensäure verwandeln. Die dafür angeführten Gründe nemlich sind theils negativer, theils positiver Art. Kohle, heisst es, sey nicht löslich im Wasser, sondern nur Kohlensäure: feste Substanzen aber, um in die Wurzel einzugehen, könnten es nur in einer Form, wodurch sie in Wasser löslich seyen (Sene-

Digitized by Google

bier l. c. 154.). Davy setzte eine Münzenpflanze in Wasser, worunter von möglichst feinem Kohlenpulver etwas gemischt war. Nachdem sie 14 Tage darin mit grosser Lebhaftigkeit gewachsen, zeigte sich bey Untersuchung der Wurzel weder äusserlich, noch innerlich, eine Absorption von Kohle (A. a. O. 304.). Aber die Unauflöslichkeit in Wasser, welche von solcher Kohle gilt, die ein Residuum von Pflanzentheilen nach der Verbrennung ist, gilt darum nicht von der Kohle überhaupt: denn diese ist doch in den extractiven Theilen des Bodens, die mit Wasser aufs innigste mischbar sind, in beträchtlicher Menge enthalten. Giobert, sagt Kirwan (A. a. O. 70.), fand in einem Pfunde eines fruchtbaren Bodens 20—30 Gran Extractivstoff, welcher mit Flamme brannte und daher im Wasser auflösliche Kohle war. Saussure, da er fand, dass der Stickstoff, der bekanntlich ein Bestandtheil mehrerer Gewächse ist, von ihnen nicht aus der Atmosphäre absorbirt wurde, nahm an, dass er mit den düngerartigen Theilen des Bodens in sie gelange (L. c. 207.). Lässt man aber dieses zu, warum soll nicht der Kohlenstoff, den doch vegetabilische Düngerarten ohne Stickstoff enthalten, auf die nemliche Weise eingehen? In Kohle, heisst es ferner, in Mistjauche, in concentrirten Extracten des Bodens gedeihen die Pflanzen nicht (Senebier l. c. 153.). Aber dieser Erfolg hat offenbar seinen Grund in der unangemessenen Form der Anwendung. Man vertheile und verdünne das Extract so, dass es in den kleinsten Quantitäten an die Würzelchen kommt und es wird ein vortreffliches Nahrungsmittel werden. Saussure überzeugte sich, dass die Vegetation am besten von Statten ging, wenn des Extractivstoffes weder zu viel, noch zu wenig im Boden war. Betrug z. B. jener den eilften Theil vom Gewichte des Bodens, so schienen die Pflanzen minder zu gedeihen, als wenn sein Antheil um die Hälfte oder zwey Drittheile weniger ausmachte (L. c. 270.). Davy beobachtete, dass das Pflanzenwachsthum am üppigsten war, wenn die Flüssigkeit, welche den Wurzeln zu absorbiren gegeben ward, nur $\frac{1}{200}$ fester vegetabilischer oder animalischer Substanz aufgelöst enthielt (A. a. O. 305.).

Digitized by Google

§. 235.

Kohlensäure scheint nicht das Material der Ernährung.

Betreffend die positiven Gründe für die Behauptung, dass die Kohle des Bodens als Kohlensäure aufgenommen und wieder zerlegt werde, so beruft man sich unter andern auf den Gehalt, den die aufsteigende Lymphe der Gewächse daran hat. Senebier fand Kohlensäure in den Thränen des Weinstocks, wenn er solche gleich über der Erde ausgezogen und gesammelt hatte (L. c. 158.). Allein es ist zu erwägen, dass die Assimilation hier längst ihren Anfang genommen habe und es folgt daher aus dieser Beobachtung nicht, dass die Kohlensäure bereits als solche in die Würzelchen übergegangen sey. Wasser, sagt ferner Agardh, welches Kohlensäure enthält, befördert die Vegetation (Biol. d. Pfl. 12.). Aber die Beobachtung von Rückert, dass Topfpflanzen lebhafter wuchsen, wenn sie mit kohlensaurem Wasser begossen wurden, fand Saussure nicht bestätiget und wenn ältere Erbsenpflanzen darin besser vegetirten, so war hingegen von jüngeren das Wachsthum darin vielmehr zurückgehalten (L. c. 28.). Die Kohle müsste, wenn jene Ansicht wahr wäre, dem Boden in einem gewissen Verhältnisse zugemischt, das Pflanzenwachsthum befördern durch Absorption des Sauerstoffs aus der Atmosphäre und Bildung von Kohlensäure (Davy a. a. O. 324.). Allein davon nimmt man nichts wahr, so dass Arth. Young und Einhof sie dabey völlig unwirksam halten. Auch müsste in der Nähe und am Rande kohlensaurer Quellen, so wie in einem von Kohlensäure durchdrungenen Boden die Vegetation üppiger seyn, was man doch ebenfalls nicht wahrnimmt. Es lässt sich also nicht mit Erfahrungen beweisen, dass die Wurzeln, behufs der Ernährung, Kohlensäure aus dem Boden aufnehmen. Aber Saussure glaubt diese auf einem andern Wege, nemlich vorzugsweise aus der Atmosphäre, in das Gewächs durch die Blätter übergehend und er begründet dieses vorzüglich durch die von ihm gemachte Erfahrung, dass in einem Luftraume, dem ein bestimmter Antheil von Kohlensäure beygemischt, die Pflanzen im Sonnenlichte aufs lebhafteste vegetiren, indem sie jene verschwin-

Digitized by Google

den machen und durch Sauerstoffluft ersetzen (L. c. 31. 270.). Nun soll nicht geltend gemacht werden, dass unsere Werkzeuge die Gegenwart so vieler Kohlensäure in der Luft, als erforderlich wäre, das Pflanzenwachsthum zu unterhalten, nicht anzeigen, indem Humboldt wahrscheinlich gemacht hat, dass dessen ungeachtet unsere Atmosphäre sehr viel davon, sowohl im freyen Zustande, als mit Wasserdünsten gebunden, enthalte (Vorr. z. Ingenhouss üb. Ernähr. d. Pfl. 32.). Bedeutender ist, dass, wenn eine solche Verschluckung Statt fände, dazu die Gegenwart des hellen Sonnenlichts erforderlich ist, dessen Einwirkung den Pflanzen nur in einem kleineren Zeitraume ihrer Existenz zu Theile wird. Saussure vermuthet zwar, dass auch ohne Sonnenlicht bey gewöhnlicher Tageshelle und selbst im Dunkeln die Blätter etwas Sauerstoffgas entwickeln, folglich Kohlensäure zersetzen (L. c. 54.): allein dieses ist wenigstens den Beobachtungen von Ingenhouss ganz entgegen und es scheint vielmehr unzweifelhaft, dass grüne Pflanzentheile während der Nacht, nichtgrüne aber zu jeder Zeit Kohlensäure aushauchen. Wie kann es denn, fragt man mit Recht (G. R. Treviranus Biologie IV. 90.), zu einer Anhäufung von Kohle kommen, wenn die Ausgabe die Einnahme übersteigt, wenigstens nicht geringer, als sie, ist? Es lassen sich also, wie mich dünkt, für eine Ernährung durch Absorption von Kohlensäure auf diesem zwiefachen Wege keine erhebliche Gründe beybringen.

§. 236.

Sondern der Extractivstoff des Bodens.

Wir müssen also wieder auf das Factum zurückkommen, welches ist: blosses Wasser ernährt die Pflanzen nicht, sondern nur innigst vermischt mit Materie, welche von der Auflösung organischer Körper ihm zugekommen ist, wofern beyde nur in gehöriger Vertheilung und in gehörigem Maasse den Wurzeln dargeboten werden. Hassenfratz (A. a. O.) bewies durch Versuche, dass Hyacinthen, Schminkbohnen, Kresse in reinem Wasser zum Keimen gebracht und erzogen, keinen Zuwachs an Kohlenstoff erhielten, sondern sich vergrösserten auf Kosten dessen, der in den Zwiebeln und Saamen bereits

Digitized by Google

vorhanden war. Das Nemliche zeigte auf eine noch bündigere Weise R. Göppert (Diss. de nutrit. plant.), indem er auch den Zutritt der Luft dabey ausschloss. Immer gaben die neugebildeten Pflanzentheile nur soviel Kohle, als die Zwiebeln, Knollen, Saamen vor der Bildung solcher Theile würden gegeben haben. Woher also dieser Kohlenstoff in den neuentstandenen Wurzeln, Stengeln, Blättern? Es lässt sich nicht behaupten, dass er aus den Saamen u. s. w. zu ihnen übergegangen sey in der Form von Kohlensäure, vielmehr geschieht es offenbar in Gestalt eines mit gerinnbarer Materie beladenen Fluidi. Ist es nun nicht erlaubt zu denken, dass das Nemliche, was hier von Innen die Ernährung bewirkte, sie auch hinreichend effectuire, wenn ihre Quelle sich ausserhalb des Gewächses befindet? Die nemliche Materie, welche dort innerhalb der Pflanze circulirte, ist hier auch ausserhalb derselben von der Natur zubereitet und hat Zugang zu den Ernährungsorganen. Denn der Extractivstoff der Dammerde was ist er anders, als eben das gerinnbare, bildungslose, aber bildungsfähige Residuum von der Auflösung thierischer und vegetabilischer Theile, die Materie, welche während des Lebens der Pflanze und des Thieres den vornehmsten Bestandtheil derselben ausmachte? In den Analysen, welche Th. de Saussure (Rech. 174.) und Link (Grundl. 280.) damit angestellt, verhielt er sich wie ein thierisch-vegetabilischer Schleim. Das Extract, sagt Davy, welches erhalten wird, wenn man frischen Kuhdünger auskocht, kommt mit dem auflöslichen Producte, welches man aus den Blättern von Futterkräutern z. B. Lolium, Dactylis und andern erhält, in seinen Eigenschaften so überein, dass man beyde mit einander verwechseln könnte (A. a. O. 531.). Warum also sollen die extractiven Theile nicht allein die Ernährung bewirken, wozu doch die Elemente vollständig in ihnen liegen, sondern erst nach vorgängiger Verwandlung in Kohlensäure oder in Verbindung mit solcher? Dass dieses Extract in concentrirter Form z. B. als Mistwasser, den Wurzeln applicirt, die Pflanze nicht ernähre, ist ein Einwurf, dessen Unhaltbarkeit bereits gezeigt worden. Das Nemliche gilt von einem, mit jener Ansicht, wie es scheint, nicht vereinbaren Versuche Saussure's (A. a.

Digitized by Google

O. 251.), wobey so wenig von diesen extractiven Theilen durch die Wurzel aufgenommen ward, dass nach einer Berechnung (A. a. O. 269.) es nur den 20. Theil der Gewichtszunahme der Pflanze erklären würde. Allein dass die Berechnung unsicher sey, wird von Saussure selber eingestanden und auch der ganze Versuch kann keinen Maassstab geben für das, was durch die Natur geschieht, die unstreitig Mittel hat, welche der Kunst fehlen, den Uebergang der extractiven Theile in die Wurzel zu befördern; wie denn z. B. die gegliederten Härchen der Fibrillen zu diesem Zwecke dienen können. Hält man demungeachtet diese Schwierigkeit bedeutend genug, so findet die nemliche auch Statt, wenn man aus der Kohlensäure und andern angeblichen Nahrungsquellen die Gewichtszunahme der Gewächse zu erklären versucht.

§. 237.

Licht ist formelle Bedingung dieser Ernährung.

Noch mehr in Einklang mit einer philosophischen Betrachtungsweise der Bildung eines belebten Organischen überhaupt bringt man diese Ansicht, wenn man sagt: dass Wasser mit organischer, lebensfähiger Materie verbunden und durch die Wurzelenden aufgenommen, das, wo nicht einzige, doch vornehmste Ernährende der Gewächse sey. So wird die Ernährungsart der Pflanzen der der Thiere wieder näher gebracht, statt für einen blossen chemischen Process zu gelten. Die organische Materie ist die materielle Grundlage des Kohlengehalts der Pflanze und dieser wird in dem Maasse vermehrt, als er jener mehr durch die Wurzeln, vielleicht auch zum Theil durch die Oberfläche der Pflanze, aufgenommen wird. Wie aber aus dieser Materie die Kohle sich darstelle: ob durch Trennung eines oder mehrerer Elemente von ihr, wie die antiphlogistische Chemie lehrt, oder durch Zutritt des Lichts zu ihr, wie Crell aus Versuchen folgerte und G. R. Treviranus (Biologie IV. 93.) darzuthun versuchte, kann hier unerörtert gelassen werden. Soviel erhellet aus dem Verhalten bleichsüchtiger Pflanzen, dass die Einwirkung des Lichts dazu unentbehrlich sey und die Quantität des angehäuften Kohlenstoffs mit der Stärke der Lichteinwirkung in genauer Be-

Digitized by Google

ziehung stehe. Davy untersuchte von Endivienblättern, deren ein Theil grün, ein anderer Theil gebleicht und weiss war, gleiche Portionen in Bezug auf das Verhältniss ihres Brennbaren zu den andern Bestandtheilen. Durch Digeriren mit Weingeist erhielt man aus den bleichen Blättern kaum eine Spur festen Stoffes, aus den grünen hingegen durch Verdunsten des Alcohol einen bedeutenden Rückstand, der mit Flamme brannte. Aus 400 Gran der grünen Blätter wurden 53 Gran Holzfaser, aus eben so viel der bleichen nur 31 Gran erhalten (A. a. O. 265.). Wahrscheinlich ist jedoch, dass das Sonnenlicht, indem es durch seine Verbindung mit der Pflanze den Kohlenstoff derselben vermehrt, nur einen formellen, erregenden Einfluss ausübe. Diese Unterscheidung zwischen materiellen und formellen Beförderungsmitteln der Einsaugung von Nahrung ist überhaupt in der Ernährungstheorie festzuhalten. Was das Erdreich locker macht, befördert sie formell, insofern es dem Nutriment gestattet, sich möglichst zu zertheilen und den Würzelchen, sich zu verlängern und zu verästeln. Die Vermischung des Erdreichs mit Steinchen, mit grobem Sande, mit Sägespänen, wird ebenfalls nur in dieser Art wirken.

§. 238.

Mittel, die Einsaugung zu vermehren.

Andere Mittel, den Bodenertrag zu vermehren, von erdiger, kalischer, salziger Art werden die Einsaugung der Nahrung befördern, theils insofern sie die Auflösung der in der Dammerde noch unaufgelösten thierischen und vegetabilischen Materien vollenden helfen, theils auch insofern sie einen Reiz auf die Wurzelenden ausüben und die Lebensturgescenz ihres Zellgewebes in grössere Thätigkeit setzen. Aetzender Kalk geht eine Verbindung mit der organischen Materie ein und macht sie dadurch im Wasser auflöslich, also geschickt zur Absorption, durch ihn wird folglich ein unthätiges Land, welches jedoch viel unaufgelöste vegetabilische Ueberbleibsel enthält, fruchtbar. Auf ähnliche Art machen feuerbeständige Alcalien die Ueberreste von organischen Körpern im Boden auflöslich und geeignet, von den Wurzeln aufgenommen zu

Digitized by Google

werden. Auch können sie durch Anziehung des atmosphärischen Wassers beytragen, dem Erdboden mehr Feuchtigkeit zu verschaffen (Davy a. a. O. 367. 389.). Zudem ist zwischen gewissen Erdarten und der organischen Materie eine Art von chemischer Anziehung nicht zu verkennen, vermöge deren z. B. Thon und kohlensaurer Kalk die ernährenden Theile des Düngers länger zurückhalten und daher langsamer durch Pflanzenwuchs erschöpft werden, als Kieselboden oder Sand (Das. 210.). Dagegen scheinen Neutralsalze und Mittelsalze z. B. schwefelsaure Talkerde, nur durch den Reiz zu wirken, den sie auf die einsaugenden Organe der Pflanzen ausüben: deshalb sind sie nur vortheilhaft, wenn man sie in den kleinsten Quantitäten durch den Boden an die Wurzel bringt, eben so nachtheilig aber, wenn dieses in grösseren Mengen geschieht. Auf welche Weise der Gyps beym Ackerbau wirke, von dessen Anwendung man so entgegengesetzte Resultate beobachtet, darüber sind die Meynungen getheilt: nach Thaer geschieht es dadurch, dass er in seine Bestandtheile zersetzt wird, welche dabey andere Bindungen eingehen. In jedem Falle sagt man nicht richtig mit Rückert, dass er ein vortreffliches Düngungsmittel sey (D. Feldbau chemisch unters. I. 319.), und das Nemliche gilt von den übrigen erdigen und salzigen Beförderungsmitteln des Pflanzenwachsthums. In gleiche Klasse mit ihnen dürften in dieser Hinsicht auch verdünnte Säuren zu stellen seyn und vielleicht wirkt die Kohlensäure, wenn sie wirklich an die Wurzeln gebracht die Vegetation begünstiget, auf diese Weise, ohne dass sie materiell braucht in die Würzelchen einzugehen. Denn nie werden diese und andere die Einsaugung verstärkende Mittel den Mangel materieller Bedingungen der Vegetation, des Extractivstoffs, des Düngers, zu ersetzen vermögen.

§. 239.

Ob auch Erden und Salze eingesogen werden.

Mit den bisherigen Betrachtungen hängt genau die Frage zusammen: auf welche Weise die erdigen, salzigen, metallischen Stoffe, welche man durch die Analyse von Pflanzen erhielt, in dieselben gelangt sind. J. C. C. Schrader

Digitized by Google

(Preisschr. üb. d. Erzeugung d. erdigen Bestandtheile in den Getraidearten. Berl. 1800.) deducirte aus seinen Versuchen: dass die in den Getraidearten enthaltenen Bestandtheile der genannten Art aus dem Wasser, so die Wurzeln eingesogen, oder aus der Luft durch die Lebenskraft und durch die Wirkung der Organe der Vegetation erzeugt worden seyen. Auch Braconnot (Ann. de Chimie LXI.) hielt diese Meynung, dass die Wirkung der Lebenskraft und des Sonnenlichts in den Pflanzen die Erden, Alcalien, Metalle, den Schwefel und andere Stoffe, die man bis dahin für einfach gehalten, erzeugen können, durch eine Reihe von Versuchen begründet. Aber es hatten Umstände auf die von jenen Naturforschern erhaltenen Resultate Einfluss, welche zu der Zeit, als sie ihre Versuche angestellt, noch nicht bekannt waren. Aus den Untersuchungen von Saussure ergiebt sich vielmehr, dass weder die Kalien, noch die Erden und Metalle, welche man in den Gewächsen findet, Producte der Vegetation sind, sondern dass sie entweder mit dem Nahrungswasser aus der Erde durch die Wurzeln übergehen, in welchem Falle sie bey der Analyse nur so weit in den Pflanzen vorgefunden werden, als sie im Boden enthalten waren: oder dass sie auch durch die Einsaugung der Blätter aus der Atmosphäre den Pflanzen einverleibt werden (Rech. ch. IX.). Die nemlichen Pflanzen auf Kalkboden gewachsen gaben stets bey der Verbrennung mehr Kalk, als wenn sie auf einem Kieselboden gewachsen waren, in welchem Falle sie wiederum mehr Kieselerde enthielten (L. c. 282.). Diese Versuche sind von Humph. Davy, J. F. John (Preisschr. üb. d. Ernähr. d. Pfl. Berl. 1819.), Lassaigne und Andern bestätiget worden. Davy erzog Haferpflanzen in einem Erdreiche von reiner kohlensaurer Kalkerde, das mit destillirtem Wasser befeuchtet ward, wobey der Zugang von Staub und andern Substanzen sorgfältig abgehalten wurde. Bey Untersuchung der Asche zeigte sich dann weniger Kieselerde, als die Saamen vor dem Keimen würden gegeben haben, aber eine ungleich grössere Menge kohlensaurer Kalkerde (Elemente u. s. w. 557.). Lassaigne liess in wohlgewaschenen Schwefelblumen, die mit destillirtem Wasser feucht er-

Digitized by Google

halten wurden, Buchweizen unter einer Glasglocke keimen und wachsen. Die Pflanzen zeigten, nachdem sie mehrere Blätter gebildet, in ihrer Asche grade die nemliche Quantität und das nemliche Verhältniss von Erden und Salzen, wie die ungekeimten Saamen; ein Versuch, der mehrmals mit dem nemlichen Erfolge gemacht wurde (A. Richard n. El. d. Botan. 5. ed. 205.). Sodagebende Pflanzen liefern das Natrum nur, wenn sie an der Seeküste wachsen, wo der Boden Substanzen enthält, in deren Zusammensetzung dieses eingeht, nicht aber in Gegenden, die vom Meere entfernt sind, wo sie bloss Kali enthalten. Dagegen hat jedoch Einhof in der Erdoberfläche um Cölln keine Spur von Kalk entdecken können, wiewohl in allen untersuchten Pflanzenaschen Kalkerde befindlich war.

§. 240.

Auswahl in den Ernährungsstoffen.

Mit Recht wird von Thaer erinnert, dass die von den Pflanzen aus dem Boden aufgenommenen Erden und Salze erst in den aufsteigenden Saft derselben übergegangen, noch aber nicht den organischen Bestandtheilen einverleibt seyen (Davy Elem. 362). Auch ist zu erwägen, dass man sie in ihrer Asche wieder antrifft und daher Grund vorhanden zu glauben, dass sie niemals zersetzt worden (Das. 396.). Die Absorption solcher Substanzen durch die Gewächse ist daher eben so wenig, als ein Theil der Ernährung zu betrachten, als im thierischen Körper die Aufnahme von salzigen, weinigen und andern Stoffen mit den eigentlichen Nahrungsmitteln. Und wie diese nur in den kleinsten Quantitäten unschädlich oder förderlich beym Ernährungsprocesse sind, so auch müssen jene sehr getheilt seyn, wenn ihre Aufnahme mit der Integrität oder auch mit Verstärkung des Wachsthums bestehen soll. Es muss Jedem auffallen, dass manche Pflanzen an der Deutschen Meeresküste üppiger wachsen, grösser und saftreicher sind, als entfernt davon, wovon statt vieler nur Salsola Kali, Atriplex patula, Aster Tripolium, Pyrethrum inodorum zu Beyspielen dienen mögen. Hingegen stockt die Ernährung und hört endlich auf, in einer Salzauflösung, welche, wie in

Digitized by Google

Saussure's Versuchen, die Wurzelspitzen zerstört, so dass die blossgelegten Gefässe sie nun ohne Einschränkung aufnehmen können. Andrerseits muss die Substanz, welche absorbirt werden soll, in dem Nahrungswasser aufgelöst seyn, um durch die Wurzeln eingehen zu können. Die Schwierigkeit aber, dass manche von den Stoffen, die man in Pflanzen findet, im Wasser nicht löslich sind, glaubt Decandolle mit Recht dadurch beseitiget, dass die Natur augenscheinlich Mittel hat, solche Stoffe z. B. Kieselerde, im Wasser aufzulösen, welche die Kunst nicht besitzet (Phys. veg. I. 76.). Ob daher auch Körper, welche ihrer Natur nach, ohne zerstört zu werden, keine Auflösung im Wasser zulassen, von den Wurzeln absorbirt werden können, lässt sich bezweifeln. Franz Bauer nemlich will die Entstehung der verschiedenen Arten von Brand im Korne dadurch erklären, dass der Saame des kleinen parasitischen Schwammes aus der Gattung Uredo von den Wurzeln der keimenden Pflanze aus dem Boden, worin er sich befinde, absorbirt und durch den aufsteigenden Saft in jene Theile der Pflanze, in denen er sich entwickle, geführt werde (Penny Magaz. 64.). Die oft aufgeworfene Frage: Ob die Wurzel einen allgemeinen Saft der Erde aufnehme, oder gewisse, nur für die Pflanze, der sie angehört, geeignete Säfte, ist nicht wohl unbedingt zu beantworten. Für das Letzte scheint die Erschöpfung des Bodens zu sprechen, wenn eine Pflanze mehrere Jahre nach einander auf demselben gebauet worden. Wird z. B. ein Acker mit Röthe bepflanzt, so giebt die Wurzel im ersten Jahre sehr viel Färbestoff, im zweyten weniger und in den folgenden Jahren fast keinen mehr, so dass man nur alle sechs oder sieben Jahre von dem nemlichen Acker wohlgefärbte Wurzeln gewinnt (Vanmarum de motu fluid. §. XVII.). Auf dem nemlichen Grunde beruhet nach der gewöhnlichen Ansicht auch der für reichliche Erndte erforderliche Fruchtwechsel. Allein andererseits werden in der Pflanze selber die Säfte durch Assimilation und Secretion erst verändert. Auf dem nemlichen Boden lassen sich Tausende verschiedener Gewächse bauen und Schmarotzerpflanzen nähren sich auf mancherley Subjecten ohne Unterschied. Auch nimmt

Digitized by Google

man wahr, dass Gewächse nicht bloss specifisch, sondern auch allgemein den Boden erschöpfen und ihn für andere, wiewohl einer ganz verschiedenen Art, nahrungslos machen. Man muss daher in der Ansicht dieses Gegenstandes einen Mittelweg einschlagen.

§. 241.

Abweichendes der Assumtion bey den Thieren.

Die Assumtion der Nahrung bey den Thieren scheint so sehr von dem nemlichen Processe bey den Pflanzen sich zu entfernen, dass man daraus einen Unterschied der beyden Reiche hat hernehmen wollen. Aber wiewohl er durch Wirkungen vorbereitet wird, die bey den Pflanzen nicht Statt haben, so muss man doch gestehen, dass in der Hauptsache beyde übereinkommen. Abstrahiren wir nemlich von den einfachsten thierischen Organismen, den Polypen und Infusorien, so wie von dem Embryonenzustande der vollkommenern Thiere, so geschieht in diesem Reiche überhaupt die Aufnahme der Nahrungsflüssigkeit in Röhren und Grundtheile, welche sie durch das Ganze ausbreiten, nicht unmittelbar, sondern es geht ihr stets eine Operation vorher, wovon wir bey den Pflanzen nichts antreffen, nemlich die Verdauung. Der Zweck derselben ist, die organische Materie aus ihrem gebundenen Zustande, wie sie in den Nahrungsmitteln ist, zu befreyen: zu dem Ende können diese nur thierischer oder vegetabilischer Art seyn. Von Wasser, Luft, Erde, unorganischen Körpern kann kein Thier sich nähren: es müssen Substanzen, die belebt gewesen, von ihm durch Saugen oder Verschlingen in ein besonderes Organ aufgenommen seyn, welches theils durch mechanische Mittel, noch mehr durch chemische, hauptsächlich aber durch vitale Wirkungen sie zu einer mehr unmittelbaren Aufnahme befähiget. Der Magen wirkt auf die Nahrungsmittel theils durch Verdünnung und Bewegung, theils durch Zumischung einer Flüssigkeit, in welcher sich eine freye Säure äussert (D. Verdauung von Tiedem. u. Gmelin.), theils endlich durch eine Umwandlung, die als unmittelbare Wirkung des Lebens erscheint. Der Erfolg dieser Operation, die weder als Kochung, noch

Digitized by Google

als Säurung, Gährung oder Fäulniss vollkommen erklärt wird, wenn man gleich gestehen muss, dass in allen diesen Processen etwas ist, was mit der thierischen Verdauung übereinkommt, ist, dass die Nahrungsmittel, entweder ganz oder, falls ein Unverdauliches zurückbleibt, zum Theile, die ihnen anhängenden besondern Eigenschaften der Structur, Färbung des Geschmacks und Geruchs ablegen (Tiedem. Physiol. I. §. 200.). Der Speisebrey nach beendigter Verdauung ist eine graue, dickflüssige, einförmige Masse, die weder für sich, noch in der Wärme gerinnt, die ohne Geschmack und Geruch ist, und worin keine Theile der Speisen, sofern solche überhaupt verdaulich, zu unterscheiden sind (Hall. El. VI. 325.). Man darf, wie ich glaube, nicht anstehen, sie die bildungslose belebte Materie selber, mit unaufgelösten Resten vermischt, zu nennen und es geschiehet demnach bey den Thieren durch eine Lebensfunction, was für die Pflanzen von dem Erdboden selber bewirkt wird. „Die Erde, sagt Malpighi, ist für die Pflanzen das Nemliche, was der Magen für die Thiere. So wie in diesem werden in der Erde die verschiedenerley Theile, welche sie enthält, unter Zutritt von Luft und Sonnenlicht, in eine Gährung versetzt, wovon die Präcipitation gewisser Theile, welche nun in die Wurzeln übergehen, die Wirkung ist“ (Opp. I. 156.).

§. 242.

Uebereinstimmendes mit der Assumtion bey den Gewächsen.

Der Speisebrey, aus welchem die ernährenden Theile frey geworden, geht zusammt dem Unverdauten, in den verengerten unteren Theil des Nahrungscanals über, wobey zwey Flüssigkeiten sich ihm zumischen, einerseits der pancreatische Saft, andrerseits die Galle. Durch sie wird auf eine uns unbekannte Weise die Scheidung der zur Ernährung geeigneten Theile von den übrigen unbrauchbaren bewirkt. Erst von nun an gleicht die thierische Assumtion ganz der der Gewächse: denn dass eine Absonderung, welche wahrscheinlicherweise von den Seitenhärchen der Würzelchen geschieht, etwas Aehnliches für die Aneignung der, aus dem Boden zu

Digitized by Google

absorbirenden, Säfte bey den Pflanzen bewirke, wie jene Secreta für den thierischen Chymus, möge nur als eine blosse Vermuthung, die noch näherer Prüfung bedarf, hier gesagt seyn. Im oberen Theile des Darmes findet sich bey den Thieren ein besonderer, zur Aufsaugung geeigneter Apparat, der mit den letzten Wurzelverlängerungen der Gewächse auffallend übereinstimmt. Beym Menschen, den meisten Säugthieren und sehr vielen Vögeln (Rudolphi a. a. O. III. §. 406.) ist die innere Oberfläche des Darms daselbst zottig oder flockig und diese Zotten hängen frey in die Höhle des Darms. Bey den übrigen Wirbel-Thieren werden die Flocken durch Falten, die sich netzförmig verbinden, ersetzt und bey den wirbellosen durch andere Organe, welche allezeit die Natur eines zarten lockeren Schleimstoffes haben (G. R. Treviranus Ges. u. Ersch. I. 294.). Diese zelligen Fortsätze also von so verschiedener Bildung sind schlaff und welk bey leerem Magen und Darme. Nach beendigter Verdauung aber, wenn der Chymus bis zu ihnen hinabgestossen ist, und aus demselben die Bildung von Chylus durch Zumischung von Bauchspeichel und Galle vor sich gegangen, richten sie sich auf, verlängern sich, schwellen an und füllen sich mit dem Chylus, den die lymphatischen Gefässe, welche stets in einen Schleimstoff ausmünden, begierig aufnehmen und fortführen. Diese Folge von Wirkungen ist, wie es scheint, dadurch möglich, einerseits dass die Zotten von aller Oberhaut entblösst sind, indem die Anwesenheit einer solchen Bekleidung von verdichtetem Zellstoffe mit ihrer Verrichtung unvereinbar seyn würde, andrerseits, dass sie, gleich anderem Zellgewebe, des vitalen Turgors fähig sind. Vermöge desselben schwellen sie an durch den Reiz, welchen die Speisen bey der Verdauung auf das nervenreiche Organ, den Magen, ausüben und eine Folge dieser Ausdehnung ist das Eintreten von nährendem Milchsafte, welches in dem Maasse fortdauert, als die Lymphgefässe auf der andern Seite das Aufgenommene wieder abführen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dabey, so wie von den Würzelchen der Gewächse, auch salzige, saure, metallische, ätherische, färbende Substanzen in geringem Grade und soweit solche durch die Thätigkeit der Ver-

Digitized by Google

dauung nicht zu überwältigen gewesen, mit aufgenommen werden.

§. 243.

Assimilation bey den Gewächsen.

Der in den Wurzelspitzen eingesogene, von den Gefässen der Wurzel, des Stammes, der Zweige fortgeführte Nahrungssaft wird auf diesem Wege assimilirt. Zuerst ist er daher wenig vom Wasser verschieden und in manchen Fällen behält er diese Beschaffenheit eine geraume Zeit lang. Aublet erzählt (Pl. d. l. Guyane II. 843. 845.) von der Omphalea diandra, einem Strauche aus der Familie der Euphorbiaceen, dass aus den abgeschnittenen Zweigen ein häufiges, klares und geschmackloses Wasser rinne, welches zur Stillung des Durstes getrunken werden könne. Das Nemliche berichtet er (Das. 876.) von der Thoa urens, einem kleinen Baume der Wälder von Guyana, so wie Wahlenberg (De sedib mat. 24.) von der Tetracera potatoria Afz. (T. alnifolia Dc.). Allein gewöhnlich gehen sehr bald Veränderungen mit der Lymphe vor, besonders was ihren Geschmack und ihre Consistenz betrifft. Aus dem nemlichen Baume geschöpft ist sie daher in der Nähe der Wurzel noch von wässeriger Beschaffenheit, in den Zweigen aber schon verändert (Wahlenb. l. c. 23.). Beym Weinstocke ist sie im Anfange der Thränzeit klar, ohne Geschmack und wenig vom Wasser verschieden (Seneb. Phys. veg. II. 342. Duham. l. c. I. 62.), nur ein sparsames schleimiges oder gummöses Wesen setzt sich dann, wenn man die wässerigen Theile verdunsten lässt, daraus ab. Allein wenn sie nun minder reichlich fliesst, welches geschieht, wenn die Knospen anfangen sich zu öffnen, gewinnt sie einen unangenehmen, krautartigen Geschmack und einen grösseren Gehalt an gerinnbarer Materie. Senebier prüfete diesen im Anfange und gegen das Ende der Thränzeit: im ersten Falle erhielt er durch Evaporation von 128 Unzen Lymphe 6 Gran solcher Materie, im andern von 136 Unzen 93 Gran derselben. Die Vermehrung dieses Bestandtheiles zeigt sich auch äusserlich in einer leichten Verdickung der Lymphe, die, wenn sie ausfliesset, auf der Wunde eine Art

Digitized by Google

von Gallerte bildet (Duham. l. c. 64.). Amici beobachtete solche verdickte Lymphe, die dabey eine röthliche Farbe angenommen hatte, unter dem Microscope (Ann. d. Sc. nat. XXI. 98.). Sie zeigte ihm eine Menge langgegliederter Fäden, bald einfach, bald ästig, welche sich unter des Beobachters Augen verlängerten. Wiewohl im Safte von Ulmen und Pappeln nichts Aehnliches beobachtet ward, glaubt dennoch Amici, es habe hier kein neuer Organismus aus der Confervenfamilie sich erzeugt, sondern das Beobachtete sey die eigenthümliche Gestaltung der Lymphe selber gewesen, und er sieht darin die Wirkungen einer Tendenz dieses Saftes, eine neue Splintlage zu bilden. Allein die Elementartheile des Holzes sind doch jenem Producte zu unähnlich, als dass dieses aus der Verschiedenheit der Medien, worin die Entwicklung geschieht, sich begreifen liesse; auch müsste der Saft, um dergleichen bilden zu können, vorher durch die Blätter gegangen seyn. Dutrochet will darin vielmehr eine von jenen schimmelartigen Bildungen erkennen, die im Wasser, welches organische Substanzen aufgelöst enthält, vermöge Entwicklung unsichtbarer Keime, welche überall in der Natur verbreitet sind, so häufig beobachtet werden (Obs. s. l'orig. d. moiss.: Ann. d. Sc. nat. 2. Ser. I. 30.) und diese Meynung hat weit mehr für sich. Dergleichen Bildungen findet man als Arten der Algengattung Hygrocrocis von Mehreren beschrieben. Auch in der verdickten Lymphe, so aus Spalten des Stammes von sehr alten Taxbäumen ausschwitzte, sah W. Arnott eine Masse von schwarzen, ästigen, gegliederten Fäden sich entwickeln, die in Verbindung mit dem gerinnenden Safte endlich eine feste korkartige Substanz bildeten (Chroolepus Arnotti Hook. Engl. Fl. V, 381.).

§. 244.

Zuckerbildung in der Lymphe.

Das nemliche Resultat, was Senebier beym Weinstock, erhielt Vauquelin bey Untersuchung der Lymphe von Ulmen, Buchen, Hagebuchen (Senebier l. c. 351.): die Quantität der vegetabilischen Materie darin nahm im Fortgange der Periode, worin sie aufzusteigen pflegt, fortwährend zu.

Digitized by Google

Damit verbindet sich merkwürdigerweise eine Bildung von Zucker, die sehr verschiedene Grade hat. Am meisten ausgezeichnet dadurch unter den einheimischen Gewächsen ist der Saft von Birken und Ahornen. Der erste ist bekanntlich gährungsfähig und liefert ein weinartiges Getränk, der andere aber, besonders von A. dasycarpum E. kann selbst zur Darstellung von Zucker benutzt werden, in der Art, dass nach Duhamel 10 Pfund des Safts, nach Senebier 20 Pfund desselben, ein Pfund Zucker geben. Die successiven Veränderungen dieser Lymphe aber untersuchte T. A. Knight (M. Beytr. 162.) genauer, indem er in Stämme von Ahornen und Birken Einschnitte machte; einige nahe an der Erde, andere in einer Höhe von 7 Fuss, noch andere in einer Höhe von 12 Fuss. Den erhaltenen Saft fand er beym Ahorn gleich über der Erde von einem specifischen Gewicht von 1,004, in 7 Fuss Höhe von 1,008, und bey 12 Fuss von 1,012. In gleichem Verhältnisse war das Fluidum von beyden, nahe am Boden ausgezogen, fast geschmacklos, höher hinauf merklich süss und bey 12 Fuss Höhe sehr süss. Wahlenberg giebt (L. c. 23.) folgende Abstufung in der Süssigkeit der Lymphe verschiedener Baumarten an: Acer dasycarpum, Juglandis species, Acera reliqua, Betula nigra, Bet. alba, Pinus Abies, Carpinus Betulus. Auch bey den Monocotyledonen enthält der aufsteigende Theil eine zuckerhaltige Lymphe z. B. der Strunk bey den Palmen, der Halm bey den Gräsern. Aus dem Safte der Cocospalme lässt sich daher ein sehr süsser Syrup, aus dem von Borassus flabellifer und Gomutus Rumphii ein Zucker darstellen (Rumph. Amboin. I.). Von der Dattelpalme erhält man in der Barbarey ein sehr süsses Getränk, indem man einem gesunden Baume die Krone abhauet und den obersten Theil des Stammes wie eine Schüssel aushöhlet, worin der aufsteigende Saft sich täglich zu 3 bis 4 Quart während 8 bis 14 Tagen sammelt (Shaw's Reisen, übers. von Schreber 128.). Selbst in den sehr scharfen und den harzführenden Pflanzen z. B. Meerrettig, Euphorbiaceen, Coniferen ist die Lymphe milde und geruchlos. Es erhellet aus diesen Erfahrungen, dass der rohe aufsteigende Saft, wenn er sich zeigt, bereits organische Materie enthält, diese

Digitized by Google

bey fortschreitender Vegetation darin zunimmt, dass sie dabey in Zucker umgewandelt wird und dass sie endlich einen gewissen Grad von Gerinnbarkeit erlangt. Diese Veränderungen sind begleitet von einer Entwicklung von Kohlensäure, welche zunimmt, so wie der Saft höher steigt und die Periode seiner Bewegung fortschreitet. Wo er dann aus verwundeten Stellen sich ergiesst, geschieht es unter Entwicklung von häufigen Blasen, was bey warmem Sonnenscheine manchmal so zunimmt, dass ein Schaum die Oberfläche der Wunde überzieht (Hales Stat. 110. 125.). Bey Wunden, welche tief in den Stamm eingedrungen, hat man sogar ein Geräusch wahrgenommen, als zerplatzten die mit der Lymphe austretenden Luftblasen.

§. 245.

Nicht die Pflanzenmilch ist das Material der Assimilation.

In welchem Zustande enthält nun der Holzkörper die ernährende Materie, deren es dazu bedarf: oder, wenn er sie nicht enthält, in welcher Art wird sie ihm zugeführt? Malpighi glaubte, der Saft der eigenthümlichen Gefässe, als der am meisten elaborirte in den Gewächsen, diene zur Ernährung und er sey deshalb so verschieden, wie die Gewächse selber (L. c. 23. 24.). Duhamel gestattet keinen Unterschied zwischen dem absteigenden Rindensafte und den eigenthümlichen Pflanzensäften und ohne bestimmterweise anzugeben, dass die Milch des Schöllkrauts und der Euphorbien, das flüssige Harz der Nadelhölzer, das Gummi des Pfirsich- und Pflaumenbaumes ihr Ernährendes sey, erwähnt er einiger darauf bezüglicher Beobachtungen. Der eigene Saft, sagt er, strömt vorzugsweise von den oberen Theilen des Baumes gegen die unteren: in ähnlicher Richtung aber bewegt sich offenbar auch diejenige Materie, wovon die Zunahme an Masse und die Bildung neuer Theile abhängt. Auf der andern Seite verursacht Austreten des eigenen Saftes ins Holz oder ins Zellgewebe Krankheiten, die man nur dadurch hebt, dass man die Stelle, wo die Ergiessung geschehen, wegnimmt und die Wiederkehr dieses Zufalls verhütet (L. c. I. 71. II. 310.).

Digitized by Google

T. A. Knight nennt ebenfalls das in den Blättern gebildete absteigende Fluidum, durch das aller Ansatz von neuen Theilen im Innern des Stammes geschehe, den eigenen Saft Duhamels, und er bezieht sich dabey auf die Beobachtung, dass die nemliche milchige Flüssigkeit, welche man z. B. beym Feigenbaume in der Rinde antreffe, auch im Splinte gefunden werde, wo sie nicht umhin könne, mit dem aufsteigenden Safte sich zu vermischen (M. Beytr. 159. 177.). Auch Agardh hat einige Gründe dafür, dass die Pflanzenmilch zur Ernährung diene (Biol. d. Pfl. 75. 90.), beygebracht, vorzüglich aber hat C. H. Schulz fast in jeder seiner Schriften diese Bestimmung des von ihm sogenannten Lebenssaftes, worunter er den Milchsaft versteht, behauptet. Indessen forschet man vergebens nach den Beweisen dafür und auch in seiner Preisschrift vom Jahre 1833 sind, nach dem gegebenen Auszuge zu urtheilen (Arch. de Bot. II. 420.), dergleichen nicht anzutreffen. Dagegen findet J. Hill das Vorkommen der eigenthümlichen Säfte als ein zufälliges und er beschränkt es nur darauf, wenn die Pflanze ausgezeichnete Qualitäten habe (Constr. of timber. 72.). In einer Abhandlung: über den eigenen Saft der Gewächse (Zeitschr. f. Physiol. I. 159.) habe ich theils aus der Natur dieser Flüssigkeit, theils aus ihrem Vorkommen zu zeigen versucht, dass es nicht ihre Bestimmung seyn könne, zu ernähren. Die Pflanzenmilch hat gewöhnlich ein Harz zur Grundlage und in Folge dessen auch eine Schärfe: mit der Natur einer harzigen Flüssigkeit aber scheint unverträglich, dass sie zur Ernährung diene, deren Material z. B. im Pflanzeney, in den Cotyledonen u. s. w. eine milde Flüssigkeit ohne hervorstechende Qualität ist. Die Pflanzen leiden daher, wenn man die nemliche harzige oder milchige Flüssigkeit, welche von ihnen abgesondert worden, ihnen mit ihrem Ernährungsmaterial wiederum zu absorbiren giebt. In den jüngsten Pflanzentheilen siehet man fast keine Milch, wo sie doch, wenn sie das Ernährende wäre, am meisten anzutreffen seyn müsste, und in manchen Wurzeln vermisst man sie ebenfalls z. B. in denen von Asclepias und Euphorbia, während Stengel und Blätter voll davon sind. Diesen Gründen gegen die gedachte

Digitized by Google

Bestimmung der Pflanzenmilch hat Decandolle noch einige hinzugefügt, z. B. dass man sie bis jetzt nur bey sieben bis acht Pflanzenfamilien unter zweyhundert angetroffen habe (Physiol. I. 272.). Es ist daher dieser Saft, welcher sich überall als ein Harz oder Oel verhält, welches in den kleinsten Theilchen mit dem Wasser vermengt ist, vielmehr als ein abgeschiedener, ausser Thätigkeit gesetzter, zu betrachten und insofern kann auch die Assimilation der aufsteigenden Lymphe nicht sein Werk seyn.

§. 246.

Sondern der Extractivstoff des Holzkörpers.

Nach Davy's Theorie trifft man im Splinte zuckerige, schleimige und eyweissartige Bestandtheile an, in der Rinde aber meist Gerbestoff und Extractivstoff. Vielleicht, sagt er, giebt die Verbindung dieser beyden Säfte ein Compositum, welches geeignet ist, bey Absonderung der wässerigen Bestandtheile in den Zustand organischer Materie überzugehen. Ein Aufguss von frischer Eichenrinde, welcher stark gefärbt und sehr adstringirend war, wurde mit einer geringen Quantität der süsslichen und farbelosen Lymphe, welche man aus dem Splinte einer jungen Eiche durch eine Saugröhre gezogen hatte, vermischt, worauf augenblicklich ein Niederschlag im Safte des Splintes entstand. Eine ähnliche Wirkung muss erfolgen, wenn die beyden verschiedenen Arten von Saft, der aufsteigende der Wurzel und der absteigende der Blätter, im Stamme sich vermischen (A. a. O. 165. 268.). Allein diese Erklärung ist zu sehr der Chemie entnommen und betrachtet den Saft des Splintes als schon gebildet. Auch ist offenbar, dass die Absetzung jener Materie aus der Rinde in den Splint, wodurch die Lymphe assimilirt wird, dem Assimilationsprocesse selber lange vorhergehe, so dass sie schon eben so zubereitet im Holzkörper liegt, wie der Nahrungsstoff für Wurzel und Knospe des noch ungekeimten Saamen im Eyweiss oder den Saamenblättern desselben. T. A. Knight verglich junge Eichenhölzer von gleichem Volum, so im Winter und Sommer geschlagen worden, mit einander und fand, nachdem sie sorgfältig getrocknet waren, dass ihre specifischen

Digitized by Google

Gewichte sich verhielten, wie 0,679 zu 0,609: das im Winter geschlagene also bey Weitem mehr solide Materie, als das andere, enthielt. Die Ursache dieses Unterschiedes kennen zu lernen macerirte und kochte er gleichwiegende Portionen von jeder Sorte in Wasser, welches von dem zur Winterszeit genommenen Holze eine tiefere Färbung und eine grössere specifische Schwere, als von dem andern, im Sommer gehauenen, bekam und es zeigte sich weiter, dass dieses von der grösseren Menge von Extractivstoff herrührte, so das Wasser im ersten Falle aufgenommen hatte. Aus diesen Versuchen ergab sich also, dass die Holzsubstanz im Winter, also vor Aufsteigen der Lymphe, eine grössere Quantität solchen Stoffs besass, als im Sommer nach dem Aufsteigen und dieser Abgang im letzten Falle konnte nur zur Assimilirung der Lymphe verwandt seyn. Der nemliche Beobachter fand daher auch, dass der rohe Saft des Ahorn., nachdem er einige Tage hindurch aus einer Wunde geflossen, beym Schlusse des Versuchs specifisch leichter war, als beym Anfange; was einer Erschöpfung an Materie, so die Holzsubstanz in der Nähe dieser Wunde durch den ausströmenden Saft erlitt, zugeschrieben werden musste (Ueb. den Zust. des eigenen Safts im Winter; M. Beytr. 158.). Noch ein Versuch von ihm, welcher eben dieses beweiset, war folgender. Zwey Eichbäume, vom nemlichen Alter und auf dem nemlichen Boden gewachsen, wurden im Frühjahre ihrer Rinde bis auf eine gewisse Strecke beraubt und der eine sogleich, der andere aber erst im December des nemlichen Jahres gefällt. Das specifische Gewicht vom Letzten, der also zur Bildung von Blättern und jungen Schösslingen eine bedeutende Quantität Materie hergegeben hatte, ohne einen Ersatz dafür, wegen aufgehobener Continuität der Rinde erhalten zu haben, verhielt sich bey der Untersuchung zu dem des ersten wie 565 zu 666 (Philos. Transact. 1820. 156.).

§. 247.

Wirkungen der Assimilation.

Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen ist von Knight die Ansicht entwickelt, dass der abgestiegene Bildungssaft,

Digitized by Google

den er mit Unrecht den eigenen Saft nennt, oder dass ein von ihm abgesetztes concretes Wesen während des Winters im Splinte aufbewahrt sey, und bey Wiedereintreten des Frühlings, in der aufsteigenden Lymphe aufgelöset, die Materie zur Bildung neuer Blätter gebe. Er macht es jedoch wahrscheinlich, dass aller Vorrath nicht durch eine einzige Vegetationsperiode sich erschöpfe, sondern dessen für künftige Perioden ein Beträchtliches zurückbleibe. Wie dem auch sey, bevor z. B. im Ahorn die Bewegung der Lymphe eingetreten, nimmt man keine Spur von einem Zuckergehalte, wenn man etwas vom Splinte kocht, darin wahr. Gleichwohl ist derselbe nie ohne jene Materie, wovon die Rede ist: aber im Nachsommer bey nachlassender Vegetation wird ihm ein neuer Vorrath davon zugeführt. Dann dünsten die Bäume mehr aus, wie zu jeder andern Zeit, und auch Staudengewächse, besonders Zwiebeln und Knollen, sammeln dann offenbar in ihren unterirdischen Theilen Materie für die Vegetation des künftigen Jahres (A. a. O. 161.). Erwägt man nun, dass die fibrösen Röhren des Splintes vom Herbste an durch den Winter mit farbelosen Kügelchen erfüllt sind, welche man später darin nicht mehr deutlich wahrnimmt, so erscheint als sehr glaublich, dass dieses eben jene Materie sey, welche dabey ihre Form wechselt, indem sie, die ursprünglich gallertartig ist, den Umständen und dem Bedürfnisse nach, nun in Stärkekörner, nun wiederum in eine zuckerige Flüssigkeit übergeht, indem sie sich mit dem rohen Safte vermischt. Denn wiewohl dieser in den Gefässen des Holzkörpers aufsteigt, bleibt er doch, da alle Elementartheile für Flüssigkeiten durchdringlich sind, keinesweges auf sie eingeschränkt, sondern ergiesset sich auch in die fibrösen Röhren. Es kommt sonach der Process, wodurch die Lymphe assimilirt wird, mit dem, was beym Keimen der Saamen und Knollen geschieht, im Wesentlichen überein. Die Stärke, welche diese enthalten, wird nach eingesogenem Wasser verzehrt durch Bildung einer süssen Flüssigkeit, deren Gegenwart zuerst in den Cotyledonen und Knollen selber, dann aber auch in den Keimen wahrgenommen wird, in welche sie sich ergiesst. Diese Verwandlung geschiehet unter Einwirkung der Luft und Bildung von

Digitized by Google

Kohlensäure: denn die Stärke besitzt mehr Gehalt an Kohlenstoff, als der Zucker, den sie verliert, indem sie sich mit dem aus der Atmosphäre absorbirten Sauerstoff verbindet (Davy a. a. O. 145.). Bey fortschreitender Bildung neuer Theile wird jedoch auch der Zucker wieder verwandelt. Aehnliche Erscheinungen begleiten die Assimilation der Lymphe, die hier das Nemliche ist, was beym Keimen das eingesogene Wasser. Die körnige Materie der Splintröhren löset sich theilweise auf, es bildet sich einerseits eine süsse Flüssigkeit, andrerseits Kohlensäure und endlich stellt sich, unter Verschwinden des Zuckers, ein krautartig schmeckendes, gelatinöses Fluidum dar, dessen Erscheinen im Splinte der Entwicklung der Knospen unmittelbar vorhergeht. Die Assimilation des rohen Safts besteht demnach augenscheinlich darin, dass unter Entwässerung der wässerigen Theile die Gerinnbarkeit sich vermehre und der Kohlenstoff hervortrete, wozu die Einwirkung von Licht und Luft unentbehrlich ist.

§. 248.

Assimilation im Thierreiche.

Weit auffallender als im Pflanzenreiche zeigt sich in thierischen Körpern, wie die Assimilation zu Stande komme durch Zumischung von Flüssigkeiten, welche zu diesem Behufe vorab aus der allgemeinen Säftemasse abgeschieden und aufbewahrt sind. Dem durch die Verdauung gebildeten Chymus wird, damit er sich in Chylus umwandle, einerseits der Bauchspeichel, andrerseits die Galle zugemischt. Welche Veränderungen dadurch in ihm vorgehen, ist unbekannt. Tiedemann (Physiol. I. 261.) und mein Bruder (Ges. u. Erschein. I. 387. 392.) glauben, es werde ihm dabey ein Gehalt an Stickstoff ertheilt, den er zuvor nicht besass. Als die nächste Wirkung dieses Zuflusses erscheint jedoch, dass er als Chylus eine zusammengesetzte Flüssigkeit geworden ist, was er zuvor nicht war, indem er nun durch Ruhe von selber in mehrere Flüssigkeiten sich trennen lässt. In die Milchgefässe aufgenommen tritt er in die zweyte Stufe der Assimilation, dem vergleichbar, was im Stengel der Gewächse vorgeht. Die lymphatischen Drüsen, deren die Milchgefässe des Gekröses

Digitized by Google

mehr, wie irgend eine Abtheilung des lymphatischen Systems, besitzen, scheiden ohne Zweifel aus dem Blute der zu ihnen gehenden Gefässe etwas ab, was dem Chylus beym Durchgange sich mittheilt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch aus der Milz ein Saft durch besondere Lymphgefässe zum Chylus übergehe und seine weitere Verähnlichung bewirke. Wie dem auch sey: er wird nach und nach dem Blute ähnlicher, indem er aus den kleineren Gefässen in grössere Stämme zusammenfliesst und aus diesen endlich in den Brustgang übergeht, der unmittelbar in eine Vene ausmündet. Als Chylus ist er schon zersetzbar in drey Bestandtheile, welche denen des Bluts analog sind, den fetten, den gerinnbaren und den serösen Theil, und auf dem verschiedenen Verhältnisse dieser Bestandtheile scheint die Intensität der weissen Farbe zu beruhen, die, was die Betrachtung eines verdünnten Tropfens Milch unter dem Microscope lehrt, von Kügelchen herrührt, so in einer durchsichtigen Flüssigkeit schwimmen und ein, auf ähnliche Art, wie in einer öligen Emulsion, aufs Feinste zertheiltes Fett scheinen. Es weisen nemlich alle Versuche von Tiedemann und Gmelin auf diesen Ursprung der Trübheit und weissen Farbe des Chylus mit Bestimmtheit hin. Beym Gerinnen desselben treten die färbenden Fetttheilchen dem geringeren Theile nach an den Kuchen, dem grösseren Theile nach bleiben sie im Serum vertheilt oder erheben sich über ihm als Rahm. Bey thierischer Nahrung ist daher die Weisse des Chylus ausgezeichneter und zugleich der Fettgehalt grösser, als bey vegetabilischer (D. Verdauung nach Versuchen II. 85.). J. Müller hat den genannten Ursprung der Färbung des Chylus bezweifelt, doch ohne Gründe anzugeben (Poggendorfs Annalen XXV. 4.). Auch Raspail hat eine etwas abweichende Meynung aufgestellt. Nach ihm bestehen die Kügelchen der Thiermilch nur zum Theil aus Fett, zum Theil aber aus Eyweiss. Von beyderley Art sind sie unter einander gemischt und beym Gerinnen sollen die Fettkügelchen mehrentheils den oberen, die Eyweisskügelchen meistens den untern Theil der Kruste einnehmen (Nouv. Syst. d. Chim. org. 545.). Gewisser ist, dass die Quantität gerinnbaren Stoffes im Milchsafte weit minder

Digitized by Google

ist, als im Blute; auch entbehrt sein körniger Theil der rothen Farbe, welches dem Mangel verbrennlicher Stoffe, insbesondere des Eisens, zugeschrieben werden muss. In den grösseren Milchgefässen dagegen ist er, der Luft ausgesetzt, schon mehr röthlich und in dem oberen Theile des Brustganges erhält er, an die Luft gebracht, durchgängig eine blutähnliche Farbe. In gleichem Maasse mehrt auch seine Gerinnbarkeit sich und er trennet, aus dem Brustgange geschöpft, sich leicht in Serum und eine Art Faserstoff oder Kuchen, welcher jedoch minder fest, als der vom Blute ist. Es scheint also, dass bey diesem Uebergange des Chylus aus den kleineren Lymphgefässen in immer grössere Stämme einerseits der gerinnbare, andrerseits der rothe Theil, das Brennbare, der Eisengehalt mehr hervortrete. Die Vollendung der Assimilation jedoch geht erst, nachdem das Contentum des Brustganges ins Blut aufgenommen worden, in den Lungen vor sich.

Digitized by Google

Fünftes Buch.

Ausdünstung und Respiration.

Erstes Capitel.

Ausdünstung der Gewächse.

§. 249.

Nothwendigkeit der Blätter.

Der aufsteigende Saft geht in den absteigenden über und ist dennoch in seiner Natur und in seinen Verrichtungen ganz verschieden von ihm. Es ist also bey diesem Uebergange eine Verwandlung mit ihm vorgegangen, und der Ort derselben können nur die Blätter und blattartigen Theile seyn, da sie die Gränze bilden, wo einerseits die aufsteigende Bewegung aufhört, andrerseits die absteigende anfängt. Welch ein wichtiges Organ die Blätter seyen, zeigt das Nachtheilige einer Enthlätterung, sey sie natürlich, z. B. durch Raupenfrass, Hagelschlag, übermässige Hitze, oder künstlich durch Menschenhand. Birnbäume und Stachelbeerbüsche, welche ihrer Blätter beraubt worden, jene durch Phalaena dispar, diese durch Phal. Grossulariae, bringen ihre Früchte nicht zu gehöriger Grösse und Reife. Beym weissen Maulbeerbaume, dem man für die Zucht der Seidenraupe jährlich vier bis fünfmal seine Blätter nimmt, darf dieses nur allmählig geschehen und immer haben solche Bäume ein verkrüppeltes Ansehen. Gemeiniglich aber werden Bäume dadurch unfähig, Verlängerungen zu machen und neue Masse anzusetzen und viele überstehen diesen Verlust nicht. Die Entwicklung der Knospen, die Verdickung der Rinde über einem Ringschnitte gehen erst vor sich, wenn Blätter sich zu bilden anfangen. Es sind aber auch die Blätter, so wie Theile, welche einer

Digitized by Google

der ihrigen gleiche Bildung haben z. B. die Oberfläche der noch krautartigen Zweige, der Kelch, das Pericarpium, die einzigen Organe, welche diese Verwandlung des einen Saftes in den andern zu bewirken vermögen. Der Blüthenstiel daher, welcher zich verdickt und erhärtet, wenn die Blume mit einem stehenbleibenden Kelche versehen ist oder wenn das Fruchtbehältniss wächst, erleidet diese Veränderung nicht wenn der Kelch abfallend ist, oder wenn keine Frucht sich ausbildet. Aber auch Kelch und Fruchtbehälter, obwohl blattartig, stehen darin dem eigentlichen Blatte sehr nach und ein Weinschössling wird unter einem Fruchtstengel kaum merklich, unter einem Blatte hingegen auffallend im Laufe des Sommers verdickt. Es ist daher dieses Organ nach allen seinen Verhältnissen zu erwägen, worauf denn, was vom Blatte gilt, auch leicht auf die übrigen blattartigen Organe sich wird anwenden lassen.

§. 250.

Sie fehlen ausnahmsweise.

Die Blätter aber, wenn gleich ein fast allgemeines Organ der phanerogamischen Gewächse, können doch zuweilen fehlen und diese Abwesenheit hat verschiedene Grade. Bey Cuscuta ist sie absolut, es findet hier auch kein Ersatz für diesen Mangel Statt: die Pflanze ist gleichsam ein Wurm, der ausser den Organen der Assumtion und Fortpflanzung deren weiter keine hat. Andere blattlose Gewächse haben statt der Blätter doch Schuppen, die entweder trocken und hautartig sind, wie bey Ephedra und Casuarina, oder fleischig, wie bey Orobanche, Cytinus, Lathraea und den meisten Schmarotzergewächsen. Unstreitig steht dieser Blättermangel damit, wie Decandolle erinnert (Org. I. 363.), in Verbindung, dass die meisten Parasiten nur solche Säfte aufnehmen, die bereits durch die Blätter des Subjects, auf welchem sie haften, verändert sind: denn wenn Viscum und Loranthus trotz diesem, ihre eigenen Behälter für jenen Zweck besitzen, so ist zu erwägen, dass sie ihre meisten Wurzeln ins Holz der Stämme treiben, also einen noch rohen Saft absorbiren. Andere Gewächse sind nur scheinbar blattlos, weil die Blät-

Digitized by Google

ter von der äusseren Bekleidung des Stengels nicht gesondert und dann nur als schwache fleischige Erhöhungen angedeutet sind, aus deren Extremität zuweilen Haare, Stacheln und andere Fortsätze hervorgehen. Dergleichen findet sich bey den Cacteen z. B. Opuntia rosea Dec. (Rev. d. Cact. t. 15.), bey den Gattungen Stapelia, Euphorbia u. s. w. und nur durch diese Adhärenz der Blätter hat die Rinde des Stengels hier die so bedeutende Dicke, indem sie die Verrichtungen von jenen übernimmt. Es scheint aber, dass auch in solchen Pflanzen, wie die genannten, zur Bildung der starken Rindensubstanz die Anwesenheit unvollkommener Blätter, wenigstens im Anfange, erforderlich sey. Mehrere Stapelien haben an ihren Verlängerungen kleine Blätter, die aber, nur eine Narbe zurücklassend, bald abfallen (Dec. Org. t. 32. f. 9.), worauf die Rinde des Stammes ihre weitere Stelle vertritt. Uebrigens aber hat die Nichtabsonderung der Blattfläche von der Rinde des Stammes auf die Gesammtorganisation so wenig Einfluss, dass in Einer und derselben Gattung z. B. Euphorbia, beblätterte und scheinbar blattlose Arten neben einander vorkommen. Bey Melocactus communis Dec. hat der obere verdünnte, cylindrische Theil des Stengels deutliche Rudimente von Blättern, während der untere dickere, kugelförmige deren nicht besitzt, sondern statt ihrer eine sehr stark verdickte Rindensubstanz (Dec. Rev. d. Cact. 12. t. 6.). Bey den Arten von Cereus sind wenigstens Kelch und Fruchtknoten mit kleinen Blättern besetzt, wenn der Stengel auch scheinbar blattlos ist (Cereus serpentinus Dec. Rev. t. 12.). Gründe, welche aus dem Bau entnommen, lassen in diesem Falle vermuthen, dass die obere Blattfläche der Stengelrinde angewachsen sey, nicht die untere, welche vielmehr frey nach Aussen gekehrt sich darstellt.

§. 251.

Allgemeine Form des Blattes.

Die allgemeine Form des Blattes ist die einer dünnen Platte, welche sich mehr in die Länge, als Breite, ausdehnt und durch eine Mittelrippe, welche vom Grunde zur Spitze geht, in zwey ziemlich gleiche Hälften getheilt wird. Selten

Digitized by Google

sind daher kreisförmige Blätter, die häufigste Form des Umrisses aber, welche daher als die Grundform zu betrachten, ist die elliptische mit einer Zuspitzung auf beyden Enden; was Link (Elem. Phil. bot. 179.) auf eine etwas fremdartige Weise als zwey elliptische Bogen bezeichnet, so mit ihrer Sehne einander berühren. In Rücksicht auf den Umfang der Blätter, sagt Grew (L. c. 150.), ist zweyerley in die Augen fallend. Zuerst können alle regelmässig gebildeten Blätter durch Kreise gemessen oder bestimmt werden, nemlich durch Bogen oder Segmente verschiedener Kreise, die entweder die nemlichen oder verschiedene Mittelpuncte und Durchmesser haben. Sodann giebt die gerade Länge des Blattes, welche durch den Mittelnerven bestimmt ist, einen Maassstab für den Durchmesser dieser Kreise, sofern derselbe entweder gleich der ganzen Länge ist, oder gewissen gleichen Theilen, welche davon genommen oder dazu gesetzt sind z. B. der Hälfte der Länge, anderthalb Längen u. s. w. Grew hat dieses durch Messungen und Berechnungen an einer Anzahl von Blättern, zu zeigen versucht (L. c. t. 44. 45.): indessen kann daraus, wie es scheint, noch kein Schluss auf die Gesammtheit gemacht werden. Blätter, welche mehr in die Breite als Länge ausgedehnt sind z. B. die von Hedysarum Vespertilio, Passiflora biflora, Aristolochia bilobata, müssen als gelappte betrachtet werden, mit Verkümmerung des Mittellappen. Bey solcher Theilung der Blattfläche in mehreren Lappen pflegt die Zahl derselben ungleich und der mittlere Lappen dann mehr verlängert zu seyn, als die seitlichen. Gewöhnlich sind beyde Seiten, nemlich die rechts und links des Mittelnerven liegende, einander gleich, aber zuweilen die eine mehr ausgedehnt oder weiter herabgezogen, als die andere. Im ersten Falle, der bey Begonia so häufig vorkommt, dass z. B. B. nana (Herit. Stirp. t. 48.) als Ausnahme betrachtet werden muss, ist das Blatt schief und ich habe bemerkt, dass damit eine gerade Zahl der aus der Basis ausgehenden Hauptnerven, z. B. zu sechs, acht, zehn u. s. w. verbunden sey, welchem eine gerade Zahl der Lappen, wenn das Blatt getheilt ist, correspondirt z. B. bey B. heracleifolia, jatrophaefolia, platanifolia u. a. Im zweyten Falle hat das Blatt eine

Digitized by Google

ungleiche Basis wie bey der Ulme, und besonders häufig findet sich dieses, wenn mehrere Blätter durch einen gemeinsamen Blattstiel verbunden sind, an derjenigen Seite der Blättchen, welche gegen die Basis gerichtet, z. B. bey Angelica, Laserpitium, Opopanax und andern Doldenpflanzen. Bey einigen Monocotyledonen z. B. Chamaerops humilis, Rhapis flabelliformis, Schwaegrichenia, läuft das schmale Blatt in mehrere kleine ungleiche Spitzen aus, die ihren Ursprung in der Entwickelung der Blattfläche haben, nemlich in der Ausbreitung der Falten oder Vertiefungen, welche es an der Spitze sehr oft besitzt, vermöge Convergirens der Nerven bey gleichzeitig zu sehr entwickelter zelliger Substanz.

§. 252.

Seine Richtung.

Die Lage der Blattfläche ist gewöhnlicherweise die wagerechte, diese aber kann zur senkrechten werden auf zwiefache Weise. Entweder nemlich macht das Blatt am Grunde eine halbe Drehung, wie bei Lactuca Scariola und Achillea Eupatorium, und dieses kann bis zur völligen Umkehrung fortschreiten, wie bey mehreren Arten von Alstroemeria. Oder der Kiel tritt hervor, die beyden Hälften der oberen Blattfläche aber, die rechte und linke, legen sich zusammen und verwachsen unter einander: diese letzte Art der Entwikkelung findet nur bey Monocotyledonen Statt z. B. Iris, Gladiolus, Narthecium und andern. Hier also ist eine obere Blattseite eigentlich nicht vorhanden, zu welchem Bau bereits eine Annäherung sich findet in den dreykantigen Blättern von Cyperoideen z. B. Arten von Carex, Scirpus, Schoenus und andern. Aber auch auf eine andere Weise kann der senkrechte Blattdurchmesser über den der Queere weit das Uebergewicht erhalten. Die dünnsten Blätter haben, nächst den Laubmoosen und einigen Farrenkräutern, die unter getauchten Wassergewächse z. B. Potamogeton, Vallisneria, Aldrovanda: die dicksten finden sich bey den sogenannten Fettgewächsen der Gattungen Crassula, Sempervivum, Mesembrianthemum u. s. w. Auch hier trifft man häufig dreyeckige Blätter an, welche auch wohl durch Abrundung ihrer unteren Ecke

Digitized by Google

oder aller drey Ecken in die halbcylindrische und cylindrische Form übergehen: allein diese scheinen, aus den weiter unten anzuführenden Gründen nicht auf die nemliche Art wie die dreyeckigen Blätter der Cyperoideen, sondern durch partielle Zurückschlagung der oberen Fläche, sich zu bilden. Auch nimmt man an denen von Sedum album, altissimum, hispanicum, reflexum keine vertiefte Linie wahr, dergleichen bey cylindrischen Monocotyledonenblättern die Oberseite zu bezeichnen pflegt. Lassen wir diese Frage auf sich beruhen, so entsteht aus dem dreyeckigen Blatte der Mesembrianthemen durch fortgesetzte scheinbare Verschmälerung der oberen Fläche bey gleichzeitigem Breiterwerden der beyden untern, das seitwärts zusammengedrückte Blatt z. B. von Mesembrianthemum acinaciforme, dolabriforme, falcatum (Mirb. Elem. t. 25. f. 9. 11.); was so zunehmen kann, dass z. B. bey M. maximum jede der beyden Seitenflächen des Blattes vier- bis sechsmal so breit, als die obere Fläche, ist. Aber solche Blätter haben dennoch keine ganz verticale, sondern eine schiefe Stellung am Stengel.

§. 253.

Seine Stellung am Stengel.

Nur dem Stengel sind die Blätter befestiget: es ist daher scheinbar, wenn sie aus der Wurzel kommen, indem dann nur der unterste, nicht aus der Erde ragende, Theil des Stengels ihr Sitz ist. Immer aber kommen sie seitwärts zum Vorschein und nie endet ein einzelnes Blatt den Stengel: daher, indem eines entsteht, ruft es nothwendig, damit das Gleichgewicht im Ganzen bleibe, die Bildung von andern auf einer andern Seite hervor. Nach Verschiedenheit der Ausdehnung des Blattes also, verglichen mit dem Umfange des Stengels, werden weniger oder mehr Blätter erforderlich seyn, um durch ihr Hervortreten das Gleichgewicht der Bildung für den Umfang des Stengels darzustellen. Diese Tendenz, in Entgegensetzung mit derjenigen, welche die Verlängerung desselben bewirkt, ist es, welche den Stand der Blätter bestimmt. Bonnet giebt fünf Ordnungen davon an, die abwechselnden, die gegenübergestellten, die wirbelförmigen Blätter, die wel-

Digitized by Google

che eine einfache Spirale bilden, z. B. die vom Pflaumenbaume, und die, welche deren mehrere beschreiben z. B. drey bey der Kiefer, fünf bey der Tanne u. s. w. (Us. d. feuill. §. LV.). Decandolle hingegen unterscheidet nur zwey Hauptarten, nemlich die Wirbelform, welche in der geringsten Zahl genommen die Entgegensetzung ist, und die spirale Stellung, welche bey minder genauer Ansicht als Vereinzelung, Zerstreuung oder Abwechselung der Blätter erscheint (Org. veg. I. 325.). Aber schon Bonnet bemerkt, dass in besondern Fällen nicht selten mehrere der von ihm unterschiedenen Ordnungen sich vereinigen und das Nemliche gilt von der kreisförmigen und spiralen Stellung. Beym Hanfe, bey der einmännigen Weide, bey den Scrophularien sind die unteren Blätter gemeiniglich gegenüberstehend, die oberen alternirend und an Saamenpflänzchen der Buche stehen nur die ersten beyden Blätter, die Cotyledonen abgerechnet, paarweise (Burgsdorf N. Gesch. vorz. Holzarten I. T. 8.). Bey den Linarien mit zerstreuten schmalen Blättern stehen die untersten meistens kreisförmig. Bey der Kreisstellung wechseln die Kreise stets in der Art mit einander ab, dass jedes Blatt in die Mitte des Zwischenraumes zweyer Blätter des vorhergehenden und folgenden Kreises fällt: aber auch hiebey findet sich gemeiniglich eine Abweichung nach der einen, oder der andern Seite, welche der Anfang einer spiralen Stellung ist. Die nähere oder entferntere Stellung der Blätter von einander in der Spirale bestimmt, wie viel ihrer zu einer vollständigen Circumvolution gehören z. B. fünf beym Pflaumenbaume, sieben bey der Kiefer, eilf bey der Tanne u. s. w. Das Aufsteigen der Schraubenlinien geschiehet zwar an einem gewissen Stengel immer in der nemlichen Richtung, allein an verschiedenen Stengeln, welche nicht nur einer und der nemlichen Art angehörten, sondern selbst aus Einer Wurzel entsprangen, fand Bonnet, dass es bald rechts, bald links geschah, ohne dass sich ein Grund davon angeben liess. Mit Einem Worte: in dem Blätterstande zeigt die Natur so viele scheinbare Willkühr, dass es nicht völlig begründet ist, wenn Decandolle die Blätter, übereinstimmend mit den Saamenlappen, bey den Dicotyledonen vorzugsweise kreisständig, bey

Digitized by Google

den Monocotyledonen spiralförmig gestellt nennt (A. a. O. 332.). Wie dem auch sey: in den Verrichtungen der Blätter bringt, wie es scheint, diese Mannigfaltigkeit keinen Unterschied zuwege.

§. 254.

Seine Befestigungsart.

Die Befestigung des Blattes am Stengel geschiehet entweder unmittelbar oder durch einen Blattstiel: die unteren Blätter sind gemeiniglich gestielt, die oberen und obersten sitzend. Das sitzende Blatt entsteht entweder mit sehr schmaler oder mit breiter Basis: im letzten Falle, und dieser ist bey Monocotyledonen häufig, kann es im ganzen Umfange des Stammes entspringen und dann ist sein unterer Theil scheidenförmig. Zuweilen geht die Seitensubstanz eines Blattes tiefer hinab, als sein Ansatzpunct: dann entstehen beym flachen, breiten Blatte die herzförmigen, pfeilförmigen, herablaufenden, beym buckligen oder cylindrischen z. B. von Sedum, Erica, die seitwärts angewachsenen Blätter. Der Blattstiel in seiner gewöhnlichsten Form ist eine Mittelbildung zwischen Stengel und Blatt: von jenem hat er die Stellung der Gefässbündel gegen ein Centrum, von diesem die Verschiedenheit einer Ober- und Unterseite, wovon jene gewöhnlich flach oder vertieft, diese rundlich- oder spitzwinklig-erhaben gebildet. Es ist eine Beobachtung von Grew, dass bey runden oder rundlichen Blättern der Blattstiel cylindrisch, bey verlängerten mehr oder minder abgeplattet sey. Allein bey den nemlichen Blattformen finden sich verschiedene Formen des Blattstieles, wie Rheum undulatum und Rheum Rhaponticum, Angelica pratensis und Angel. Razulii lehren. Jedenfalls pflegt auch an runden Blattstielen die Oberseite durch eine vertiefte Linie bezeichnet zu seyn. Der Gefässbündel findet sich bey Dicotyledonen gewöhnlich eine ungepaarte Zahl, nemlich drey bis neun und mehr, die mit grösseren oder kleineren Zwischenräumen in einen, oben offenen, Halbkreis gestellt sind, und wovon der mittelste sich durch seine Grösse auszeichnet (Grew Anat. t. 49.). Zuweilen aber bilden sie einen oder mehrere Kreise, z. B. beym Feigenbaume, Kürbisse (Malp. l. c. t. 17. f. 92.

Digitized by Google

t. 19. f. 100.) und dann ist das äusserliche Ansehen des Blattstieles dem eines Stengels näher. Innerlich zwar scheint darin immer eine Verschiedenheit zu bestehen, dass die Bündel des Blattstiels getrennt bleiben, ohne Holz mit einander zu bilden, allein dieser Umstand ist doch als zufällig und nur in mangelnder Entwicklung gegründet zu betrachten. Denn wenn man vom Weinstocke junge Schösslinge auf einen Blattstengel pfropft, so bewirken sie in demselben die Bildung von Holz, welches an der Aussenseite der Gefässbündel sich anlegt, und dem von andern Theilen des Stammes ganz ähnlich ist (Knight in m. Beytr. 140.). Auch verholzt bekanntlich der Blattstiel, wenn er in einen Dorn übergeht, wie bey einer Gruppe von Arten von Astragalus. Häufiger, als die Natur des Stammes, nimmt der Blattstiel die des Blattes an, von welchem er durch die Stellung und den parallelen Lauf seiner Gefässbündel unterschieden ist. Nur durch ihre plötzliche Ausbreitung in eine Fläche erfolgt die Trennnng zwischen beyden, aber in vielen Fällen ist die Gränze nicht anzugeben. Manchmal, indem der Blattstiel blattartig wird, ist zwischen ihm und dem Blatte ein gewisser Gegensatz der Entwicklung bemerkbar, so dass in eben dem Maasse, als jener mehr die Natur eines Blattes annimmt, dieses verkümmert und ganz verschwindet (Dec. Org. I. 280.). So findet es sich unter Dicotyledonen bey den Leguminosen z. B. Acacia, bey den Doldenpflanzen z. B. Bupleurum, Angelica, Ferula. Auch unter den Monocotyledonen können die schmalen Blätter der Liliaceen betrachtet werden als blattartige Stiele, denen das Blatt fehlt, und Decandolle hat bedeutende Gründe zur Unterstützung dieser Ansicht beygebracht (A. a. 287.).

§. 255.

Articulation mit dem Stamme.

Die innerliche Verbindung des Blattstiels, oder, wo diese fehlt, der Hauptblattnerven mit dem Stamme ist die nemliche, wie die des Astes mit demselben. Die das Mark zunächst umgebenden Spiralgefässbündel dringen, nebst einem Fortsatze des Markes, durch Lücken des Holzkörpers hervor, und gehen in den Blattstiel über (Malp. l. c. 50. t. 17. f. 90. vom

Digitized by Google

Lorbeer.). Beym Feigenbaume verflechten sie, ehe sie den Blattstiel bilden, sich zuvor netzartig (Malp. l. c. f. 92.). Andrerseits geht das Zellgewebe des Blattstieles in die Rinde des Stammes ohne Unterbrechung über. Bey mehreren Schriftstellern ist von einer Articulation die Rede, mittelst deren bey den Phanerogamen und vorzugsweise den Dicotyledonen, das Blatt oder der Blattstiel dem Stengel verbunden seyn soll. Nach Decandolle findet ein solcher Fall Statt, wenn zwischen Blatt und Stengel in irgend einer Epoche eine Trennung des Zusammenhanges von Natur und ohne alle Zerreissung eintritt. Die Articulation werde äusserlich fast immer durch eine, oft bedeutende, Anschwellung bezeichnet, inwendig aber nehme man eine Schicht von Zellen von eigenthümlicher Anordnung wahr. Diese vertrocknen zu einer gewissen Zeit, so dass nur noch die Verbindung durch Fibern und Gefässe bleibe, die dann aber auch bey der geringsten Erschütterung sich auflöse (Org. veg. I. 132.). Es wird also Articulation hier in einem andern Sinne genommen, als dem gewöhnlichen, wo man darunter eine Verbindung versteht von rigiden Theilen, die an sich völlig getrennt sind, durch weiche und biegsame, die eine mannigfaltige Veränderung der gegenseitigen Lage von jenen gestatten. Eine Gliederung dieser Art statuirte Vaucher überall, wo eine freywillige Trennung von Pflanzentheilen zu einer gewissen Zeit eintritt, und namentlich da, wo die Blätter und Blattstiele beym Abfallen sich lösen (S. l. chute d. feuilles; Mem. d. Genève I. 124.). Allein in der That bilden auch da, wo die Articulation besonders auffallend erscheint, z. B. am Grunde des Blattstiels der Mimosen, der Oxaliden, die Gefässbündel ein völliges Continuum, ohne hier durch etwas ausgezeichnet zu seyn. Es liegt also der Grund der Trennung bloss im Zellgewebe. Bekanntlich geschieht die Trennung bey den Sauerklee-Arten oberhalb des Wulstes und untersucht man diese Stelle im jugendlichen Zustande, so nimmt man äusserlich eine schwache Zusammengezogenheit, innerlich aber eine Besonderheit des Zellgewebes wahr. Die Zellen nemlich sind hier oft sechs bis achtmal kleiner, als oberhalb und unterhalb des Gelenkes; auch scheinen sie in die Queere geordnet, während jene nur in Längsreihen zusammenhängen.

Digitized by Google

Durch diesen Bau muss demnach der absteigende Fluss des Blättersafts aufgehoben werden unter Umständen, welche gewöhnlich zu bestimmten Zeiten eintreffen. Zuweilen jedoch geschieht ihr Eintritt später oder auch gar nicht: denn abfallende Blätter sind manchmal ausdauernd z. B. die von Rubus fruticosus in gelinden Wintern und der Blüthenstiel ist in der Regel nur dann abfallend, wenn er nicht befruchtet worden ist, sonst aber nimmt er zu bis zur Reife der Frucht.

§. 256.

Nerven der Blattfläche.

Gewöhnlich bilden Bündel von Faser- und Gefässsubstanz das Skelet des Blattes, indem sie sich in eine Fläche ausbreiten: die Blätter der Drosera rotundifolia und Dros. longifolia jedoch bestehen bloss aus Zellgewebe und Gefässbündel habe ich nicht darin angetroffen. Da bereits der Stiel oder die Basis des Blattes solche getrennte Bündel, von denen einer oder einige von den andern sich auszeichnen, enthalten, so ist hierin bereits der Grund zu den Hauptnerven des Blattes gelegt, indem es nur einer Divergenz jener bis dahin parallelen Bündel bedarf. Decandolle unterscheidet zwey Hauptarten, wie die Bündel, um diese Seitenbewegung zu machen, von der Mitte der Blattbasis oder vom Haupt- und Mittelnerven abgehen (Org. I. 290.). Entweder geschiehet dieses durch Einschlagung einer graden Seitenrichtung, welche folglich mit dem Mittelnerven oder mit der Linie, welche dem Verlaufe desselben entspricht, einen mehr oder weniger spitzen Winkel macht: oder es geschiehet in Bogen d. h. Abschnitten eines grösseren oder kleineren Kreises. Im ersten Falle, und in solchem sind überhaupt die Dicotyledonen, kann der Ort des Abgangs entweder die Mittelrippe oder die Basis des Blattes seyn und wenn das letzte, so kann die Divergenz wiederum mehrere Nebenbestimmungen zulassen. Im zweyten Falle, welcher überhaupt für die Monocotyledonen gilt, können die Bogen, in Bezug auf die Mittelrippe oder eine sie vertretende Linie, convergiren oder divergiren. In die vorletzte Abtheilung werden z. B. die Blätter der Gräser gebracht, deren parallele Bündel an der Spitze zusammenlaufen, in die

Digitized by Google

letzte aber alle Blätter von Monocotyledonen, wo aus einer Mittelrippe Aeste seitwärts nach beyden Richtungen abzugehen scheinen (Dec. l. c. t. 11. 13.). Nun ist nicht zu läugnen, dass die Monocotyledonen-Blätter in der Mehrzahl der Familien einen parallelen Lauf ihrer Gefässbündel, welcher bey einiger Breite des Blattes gegen die Spitze convergirend wird, beobachten lassen (Bischoff bot. Terminol. I. F. 166. 178. 206.): allein die Art des bogenförmigen Verlaufs, nemlich die divergirende, so wie die Ansicht überhaupt, als sey solcher Verlauf in Bogen ein Unterscheidendes der Monocotyledonen, scheint nicht in der Natur gegründet. Auch Dicotyledonen z. B. Tragopogon, Scorzonera, Bupleurum multinerve, Eryngium paniculatum, zeigen einen zuerst parallelen, dann convergirenden Verlauf der Adern. Andrerseits findet sich, wenn man den Abgang der Seitennerven bey Strelitzia, Pothos violacea u. s. w. mit dem von Fagus, Castanea, Nerium vergleicht, kein bedeutender Unterschied, wenigstens kein Grund, jenen bogenförmig-divergirend, diesen winklich-abgehend zu nennen. Ueberhaupt finde ich bey Vergleichung der Blätter z. B. von Laurus Cassia und Smilax Sarsaparilla, in der Art des Abgangs sowohl der grösseren, als der kleineren und kleinsten Nerven, nicht den geringsten Unterschied. Dass die fussförmigen Blätter sowohl bey Monocotyledonen, als bey Dicotyledonen vorkommen, bemerkt Decandolle selber als einen Umstand, den er mit seiner Ansicht noch nicht zu vereinbaren wisse (A. a. O. 295.). Man darf also nur sagen, dass Monocotyledonen und Dicotyledonen im Allgemeinen und abstrahirt von Besonderheiten einen verschiedenen Lauf ihrer Blattnerven beobachten: nemlich jene einen parallelen und convergirenden, diese einen seitwärts divergirenden.

§. 257.

Ihre Ausbreitung in eine oder mehrere Ebenen.

Die Ausbreitung der Gefässbündel geschiehet, wie gemeldet worden, in eine Ebene, mit Ausschliessung, wenn man sich solche als horizontal vorstellt, der aufsteigenden und absteigenden Richtung. Durch ihre fortgesetzte Theilung unter

Digitized by Google

Winkeln und durch die Wiederverbindung der letzten Verzweigungen durch Zwischenäste wird dann ein Netz gebildet mit verschiedener, aber bestimmter und für die Species immer gleicher Form und Grösse der Zwischenräume. Fr. Ruysch lehrte zuerst ein solches durch Maceration und Manipulation der Blätter bereiten und Seba hat davon, wie es bey mehreren Gewächsen sich darstellt, Abbildungen (Thes. rer. natur. I. t. 1—6.), so wie Seligmann Abdrücke (Die Nahrungsgefässe in den Blättern. Nürnb. 1748.) gegeben. Franz Nichols zeigte zuerst, dass dasselbe an Apfel- und Kirschblättern in zwey gleiche Netze könne getrennt werden (Phil. Transact. 1730.), die er mit Arterien und Venen vergleicht und C. G. Ludwig vermuthet, dass in allen Blättern eine solche Trennbarkeit existiren möge, wenn sie gleich nicht in allen sich darstellen lasse. Er fand in Citronenblättern sogar die Spur von einer dritten Lamina, und im Blatte der Indianischen Feige noch mehrere derselben. War das Netz doppelt, so stellten die Stränge des oberen auf dem Durchschnitte rund sich dar, mit einer durch Mark ausgefüllten Höhle, die des untern hingegen erschienen platt und Ludwig nimmt an, dass jenes dem Holze, dieses dem Baste entspreche. Beyde Netze lagen übrigens genau auf einander, und ihre Maschen waren von ganz entsprechender Grösse und Form (Instit. regni veget. §. 448—455.); was sich auch in den Abdrücken von Seligmann zeigt (z. B. Taf. 1. 3. 5. 13. 23.). Allein es ist wahrscheinlich, dass eine solche Trennung nur künstlich, nemlich Folge der Maceration und des Präparirens sey: denn immer wird, wenn man frische Blätter in senkrechtgeführten Queer-Abschnitten unter dem Microscope betrachtet, nur eine einfache Horizontallinie durchschnittener Gefässbündel wahrgenommen.

§. 258.

Anomaler Verlauf und Ausgänge der Nerven.

Auch bey den fleischigen Blättern findet insofern keine Ausnahme von der angegebenen Ausbreitungsart der Gefässbündel in eine Ebene Statt, als das kleinste Geader auch hier nur ein einziges, der Oberfläche paralleles, Netz bildet.

Digitized by Google

Aber dieses ist ebendeshalb nicht flach, sondern nimmt eine Form an, welche den Flächen des Blattes entspricht. Wenn daher Decandolle von den Gefässbündeln hier sagt, dass sie sich in allen Richtungen ausbreiten (Org. veg. I. 270.), so ist dieses nur von den grösseren Aesten des Hauptnerven, welcher den Mittelpunct des Blattes durchläuft, zu verstehen: da hingegen auch hier die kleinsten Gefässfortsätze in ein flaches Netz sich verbinden. Daher z. B. beym dreyeckigen Blatte der Mesembrianthemen, des M. rubricaule, perfoliatum, edule, bildet dieses Netz im Qneerdurchschnitte des Blattes ebenfalls ein Dreyeck, welches auf der einen Seite ein farbeloses Zellgewebe einschliesst, auf der andern Seite von der grünen Rindensubstanz des Blattes eingeschlossen wird, deren innere Gränze es bezeichnet. Aus diesem Bau ergiebt sich eine, für die physiologische Ansicht dieser und ähnlichgebildeter Blätter nicht unwichtige Bemerkung. Decandolle nemlich betrachtet vom dreyeckigen Blatte gewisser Mesembrianthemen die eine Seite als die Oberseite, die beyden andern als die Unterseite und den spitzen Winkel zwischen diesen als den Mittelnerven (L. c. 276.). Allein erwägt man hier die Ausbreitung der Gefässbündel in ein der Oberfläche paralleles Netz und zugleich die eigenthümliche Form, Färbung, Stellung und Verbindung der Zellen ausserhalb dieses Netzes, welche mit derjenigen ganz übereinkommt, die nur an der oberen Blattseite beobachtet zu werden pflegt, so kann man nicht umhin, ein solches dreykantiges Blatt als das Entgegengesetzte von dem der Cyperoideen, nemlich als ein solches zu betrachten, dessen beyde Seiten mit einem spitzen Winkel zurückgeschlagen, unten aber dergestalt verwachsen sind, dass die Unterfläche ihm gänzlich mangelt. Wiewohl aber von den letzten kleinsten Zweigen des Blattgeäders die meisten durch Anastomose sich endigen, trifft man deren doch auch an, die frey und ohne Verbindung auslaufen. Grew schildert deren an der Scabiose, die gegen den Rand des Blattes sich verlängern, ohne zurückzukehren (L. c. t. 50.) und am Epheu werden solche in Menge innerhalb der Blattscheibe beobachtet (Seligmann a. a. O. T. 12.). Bey Farrenkräutern sind diese freyen Endungen zuweilen durch eigenthümliche Verdickungen ausgezeichnet (L. C.

Digitized by Google

T. in verm. Schr. IV. T. 3. F. 4.). Was die Form der durch die Ramificationen und Anastomosen der Gefässbündel eingeschlossenen Räume betrifft, so ist es bey den Monocotyledonen häufig, dass die letzten Verbindungsgefässe rechtwinklich von den parallelen Gefässbündeln abgehen, so dass die zuletzt eingeschlossenen kleinsten Maschen des Netzes parallelepipedisch erscheinen, z. B. Convallaria (Dec. l. c. t. 14. f. 6.), Commelina (Schmid. Icon. t. 41. f. 51.), Vallisneria, Potamogeton, Gräser. Bey Dicotyledonen hingegen sind solche häufiger vieleckig, z. B. Borrago (Grew l. c. t. 50.), mit gleicher oder verschiedener Länge der Seiten. Doch ist darin kein wesentlicher Unterschied beyder Gewächsabtheilungen zu setzen, indem auch bey manchen breitblättrigen Monocotyledonen z. B. Smilax, Dioscorea, Pothos, Arum, die nemliche Form der Maschen, wie bey Dicotyledonen, vorkommt. Die Bündel selber bestehen aus immer feiner werdenden fibrösen Röhren und Gefässen, welche stets, so weit sie noch erkennbar, Spiralgefässe sind. Bey Pinus chalepensis siehet man, ausser den Gefässbündeln, welche die Mitte des halbrunden Blattes einnehmen, auch Faserbündel ohne Gefässe gleich unter der Oberhaut liegen. Die letzten Endungen der Blattgefässe lassen sich, der Kleinheit wegen, im Allgemeinen nicht angeben. Nur wo sie bey den Farrenkräutern frey und kolbenförmig endigen, siehet man sie in ihre vereinzelten Glieder, die dann unordentlich zusammenhängen, sich auflösen.

§. 259.

Parenchym des Blattes.

Den meisten Antheil an der Masse des Blattes aber hat das Zellgewebe, denn nicht nur die Maschen des Gefässnetzes sind damit ausgefüllt, sondern es bildet auch eine Lage über, und eine andere unter demselben, so dass die Gefässbündel gemeiniglich ganz davon umhüllt sind. Doch ist die untere Lage im Allgemeinen die schwächere und daher treten die Gefässe überhaupt an der Unterseite des Blattes mehr, als an der Oberseite, hervor. Dieses Zellgewebe des Blatts nennt Grew dessen Parenchym. Decandolle schlägt für dasselbe, mit Einschluss der Gefässbündel, die Benennung Me-

Digitized by Google

sophylle vor (Org. I. 271.), nach Analogie des, nicht wohlgebildeten, Mesocarpe. Link will es Diachym (Elem. 176.) nennen, um die Gleichnamigkeit zu vermeiden, und er unterscheidet darin im senkrechten Durchschnitte eine zwiefache Rindensubstanz und eine Diploë (l. c. 188.). Zuweilen fehlt das Parenchym, wo nicht ganz, doch grösstentheils, wie an den fensterartig durchlöcherten Blättern von Hydrogeton fenestratum Pers. (Mirb. Elem. t. 26. f. 4.), die sich stets unter Wasser befinden. Dieser Umstand leitet auf die Vermuthung, dass auch die untergetauchten haarförmig-vieltheiligen Blätter von einheimischen Wassergewächsen z. B. von Ranunculus aquatilis, Sium inundatum und andern, so wie die kammförmig gefiederten von Hottonia und Sisymbrium amphibium einen ähnlichen Ursprung haben mögen, nemlich von gehinderter Ausbildung des Parenchyms. Andererseits kann selbe zuweilen sich mehr als gewöhnlich entwickeln, wie dies ist häufig eine Wirkung der Cultur, so wie eine oder salzreichen Bodens. Dadurch nemlich vermindert und verschwinden Zähne und Einschnitte, und z. B. Leontodon Taraxacum wird L. salinus. Dracontium bekömmt, in einem reichen Boden gebauet, mindere durchlöcherte Blätter. Eine andere Folge von mehr keltem Parenchym ist die Bildung der runzligen Blä wie der blasigen, krausen und fleischigen. Bey den Blättern tritt die Blattsubstanz zwischen den kleinsten F des Gefässnetzes in Form von kleinen Blasen hervor, stets nach Oben, indem jeder Erhöhung dieser Vertiefung an der Unterseite entspricht. Bey den Blättern nimmt die Erhöhung einen grösseren Umf schen dem Geäder ein z. B. Symphytum bullatum, thus bullatus; auch dieses ist häufig eine Folge de z. B. Brassica, Ocymum. Bey den krausen Blättern Vermehrung des Parenchyms vorzugsweise am Rande und dieses pflegt ebenfalls eine Wirkung des cultivi standes zu seyn z. B. Tanacetum, Malva, Apium Bey den fleischigen Blättern ist das Parenchym nicl Ausdehnung in die Breite, sondern durch Zunahme Dicke vermehrt, in der Art, dass vom Gefässnet

Digitized by Google

mehr äusserlich erscheint. Darauf hat die Cultur keinen Einfluss, wohl aber auf gewisse Weise die Beschaffenheit des Bodens, daher manche Pflanzen am Seeufer fleischige Blätter bekommen, welche sie an andern Standorten nicht besitzen. Es erhellet aus diesen Bemerkungen, dass das zellige Element der Blätter, wenn gleich von den Gefässen abhängig, doch bis auf einen gewissen Grad sich selbstständig entwickle. Wenn daher Einige angeben, dass von der Vertheilungsart der Nerven die ganze Form des Blattes abhänge, so ist dieses mit Einschränkung zu verstehen. Man vergleiche z. B. die Blätter von Nymphaea alba und Nuphar lutea, von Convallaria Polygonatum und einem Birnbaume, von Tragopogon pratensis und einer Grasart, und man wird, bey gleichen Umrissen, eine ganz verschiedene Vertheilungsart der Nerven wahrnehmen.

§. 260.

Verschiedenheit desselben.

Die Grösse der Zellen des Blattparenchym ist verschieden und richtet sich keinesweges nach der Grösse des Blattes, sondern nach dessen Beschaffenheit, indem z. B. harte und feste Blätter kleine Zellen, weiche und fleischige deren grosse besitzen. Auch in einem und dem nemlichen Blatte ist die Grösse der Zellen nicht durchgängig die nemliche und damit sind andere merkwürdige Verschiedenheiten im Bau verbunden, welche Decandolle's Beobachtung scheinen entgangen zu seyn, wenn er (Org. I. 273.) sagt: das Mesophyll bestehe wahrscheinlich aus zwey Systemen, welche jedoch die Anatomie noch nicht unterscheide. In solchen Dicotyledonenblättern nemlich, welche eine deutlich ausgebildete Ober- und Unterseite haben, zeigt sich diese Verschiedenheit, je nachdem man die Zellen der oberen oder unteren Seite betrachtet, in Form, Verbindung und Färbung, auf eine auffallende Weise. Es ist zu dem Ende nöthig, perpendiculaire, möglichst feine Abschnitte von dem horizontalgelegten Blatte zu machen und unter mässiger Vergrösserung zu betrachten. Solche Abschnitte habe ich von Ilex Aquifolium dargestellt (Beytr. 12. f. 13.) und dadurch von einem Bau der Blätter, wovon man bis da-

Digitized by Google

hin keine Kenntniss hatte, Andeutung gegeben *). Später habe ich diesen Bau genauer an einer beträchtlichen Anzahl von Gewächsen erwogen und gezeigt, dass die Verschiedenheit im Parenchym der oberen und der unteren Blattseite nicht immer deutlich sey, sondern nur dann, wenn die obere durch dunkelgrüne Farbe und Glanz von der Unterseite sich auszeichne, und beyde eine entschiedene Richtung gegen das Licht beobachten (Verm. Schriften I. 184.). Daraus ergab sich, dass der Bau der Oberseite ein eigenes Verhältniss gegen das Licht andeute und er schien selbst eine Wirkung desselben zu seyn, da man an jungen Blättern ihn weit minder entwickelt fand. Zugleich ward gezeigt, dass derselbe keinesweges Höhlen zwischen den Zellen ausschliesse, obschon solche dort weit seltener und minder gross, als im Parenchym der untern Blattseite sind. Zur Erläuterung und Bestätigung dieses Blätterbaues habe ich denselben möglichst getreu in einigen Abbildungen wiederzugeben versucht (Verm. Schriften IV. Taf. I.), an denen man jedoch weder die Vergrösserung stark genug, noch die Schnitte fein genug finden wollen (Ad. Brongniart Ann. d. Sc. nat. XXI. 435.). Link hat nach Blattdurchschnitten von Commelina und Camellia einen Bau dargestellt (Elem. 188. t. III. f. 27. 28.), worin mehrere characteristische Theile übersehen sind und unter neuen Namen ganz Verschiedenes verstanden zu werden scheint. Amici zeigt in dem Wenigen, was er vom Bau der Blätter sagt, dass er mit dem Characteristischen desselben theilweise bekannt gewesen (Ann. d. Sc. nat. II. 213. T. XI.): Ad. Brongniart aber hat ihn von wenigstens zwölf Gewächsen ausführlich geschildert (Rech. s. l. struct. et l. fonct. d. feuilles; l. c. XXI. 420.), wobey alle Theile nach einem sehr grossen Maassstabe, wenn auch nicht ohne Mitwirkung der Einbildungskraft, wiedergegeben worden sind. Man verdankt ihm auch einige Details, welche noch nicht, wenig-

*) Mirbel, nachdem er Amici dieses Verdienst beygelegt, hat später mit seiner gewohnten Unpartheylichkeit dem frühern Beobachter dasselbe vindicirt (Recherch. s. l. Marchantia 23.).

Digitized by Google

stens nicht mit dieser Deutlichkeit, beobachtet waren. Meyen (Phytotomie 71. Taf. VII.) und Unger (D. Exantheme der Pflanzen 7. F. 14. 23. 25.) haben ebenfalls einige Abbildungen gegeben, ohne den bereits bekannten Thatsachen etwas hinzuzufügen. Die Untersuchungen endlich von Mirbel über den Blätterbau, wiewohl lehrreich für die allmählige Entwicklung desselben, beschränken sich doch nur auf die Blattsubstanz eines Lebermooses (Rech. anat. et physiol. s. l. March. polym. Mém. de l'Inst. 1834).

§. 261.

In Form und Verbindung der Zellen.

Wenn man also von flachen Blättern mit dunkelgrüner oberer und blässerer unterer Seite z. B. von Aquifolium, Magnolia, Laurocerasus, Hedera, Helleborus, Nymphaea, Hydrocharis, Camellia, Nerium, Ficus u. s. w. möglichst dünne, senkrecht genommene Abschnitte in mässiger Vergrösserung betrachtet, so erscheinen die Zellen des Parenchyms dieser oberen Seite, mit Abrechnung derer, welche der Oberhaut angehören, verlängert und mit dem längeren Durchmesser senkrecht gegen diese Seite gerichtet (Verm. Schr. IV. T. 2. F. 11. 13. 16.). Dabey schliessen sie sich im Allgemeinen und mit den gleich zu erwähnenden Ausnahmen, so aneinander, dass sie bey gleichförmigem Hervortreten ihrer Extremitäten eine oder mehrere der Oberfläche parallele Schichten bilden. Zuweilen nemlich, wie bey der weissen Lilie (Brong. l. c. t. 8.) findet man nur Eine solche Schicht, häufiger aber ihrer zwey, drey und mehrere, wie bey der Balsamine, dem Apfelbaume, Oleander (Brong. t. 13. 14. 16.), eine über der andern, wobey die Zellen der inneren Lagen die kürzeren sind. In dem Zellgewebe hingegen, welches der unteren Blattseite nahe liegt, sind die Zellen gemeiniglich grösser und von rundlicher oder auch unregelmässiger Form, oder wenn solche in die Länge gezogen, beobachtet der Längendurchmesser eine horizontale Lage, z. B. beym Epheu. Man siehet dieses am besten in horizontalen, d. i. parallel mit der Blattfläche gemachten, Abschnitten. Auch bemerkt man hier, dass sie in wagerechten Reihen zusammenhängen, die aber nicht neben

Digitized by Google

einander liegen, sondern sich netzförmig verbinden und dadurch Höhlen einschliessen von runder, stumpfeckiger oder unregelmässiger, doch in dem nemlichen Blatte sich wiederholender Form und von mannigfaltiger, nach Innen gewöhnlich sich mindernder Grösse (Grew l. c. t. 50.). Es kommen zwar ähnliche Höhlen auch zwischen den Zellen gegen die obere Blattseite vor, doch weit seltener und kleiner (Brong. l. c. t. 15.). Von diesem Bau aber, der als die Regel zu betrachten, giebt es manche Abweichungen. Zuförderst findet sich bey allen Blättern, deren Ober- und Unterseite nicht ausgezeichnet verschieden, auch ein geringer Unterschied in Form und Stellung der Zellen beyder Seiten, so z. B. bey Calla aethiopica, Veltheimia viridifolia, Amaryllis undulata, Leucojum vernum, den Laucharten mit platten Blättern, bey Ruscus aculeata und andern. Bey Botrychium Lunaria habe ich an keiner von beyden Blattflächen den der Oberseite sonst eigenthümlichen Bau des Parenchyms bemerkt: hingegen bey den Acacien mit einfachen Blättern haben beyde Seiten ihn und in Uebereinstimmung damit beobachten jene stets eine verticale Stellung. Bey den Mesembrianthemen mit dreykantigen Blättern nimmt man ihn sogar an allen drey Seiten des Blattes wahr, was zu der Ansicht nöthiget, dass solchem die Unterseite fehle und alles daran nur Oberseite sey. Aehnliches bemerkte Brongniart bey Rochea falcata und das Nemliche findet sich wieder bey den Nadelhölzern z. B. den halbrunden Blättern von Pinus maritima (L. c. t. 10. 18.). Bey Alstroemeria pelegrina hat die untere Seite des Blatts, die durch dessen Umkehrung zur oberen geworden, damit auch den eigenthümlichen Zellenbau der Oberseite erhalten. Wo endlich die Verschiedenheit der Zellensysteme beyder Blattseiten deutlich ausgeprägt ist, lässt sich ihre gegenseitige Gränze genau angeben und an Buxusblättern, die, wenn sie altern, sich zurückkrümmen, sondern sie alsdann sich selber von einander. Ein allgemeines Gesetz jedoch über ihren Antheil an Bildung des Blattes lässt sich nicht aufstellen: in manchen Fällen ist die obere, im Allgemeinen aber die untere Lage die dickere. Wo beyde zusammengränzen nehmen gewöhnlich die Gefässe des Blattes ihren Verlauf, und es muss daher

Digitized by Google

nicht von diesen selber, sondern nur von ihrer zelligen Umhüllung verstanden werden, wenn man sagt, dass sie an der untern Blattseite hervortreten.

§. 262.

So wie auch in der Farbe.

Eine andere Verschiedenheit des oberen und des unteren Blattzellensystems, die aber gleichfalls nur dann bemerkbar ist, wenn beyde Blattseiten sich auffallend von einander unterscheiden, besteht darin, dass die perpendiculairen Zellen des obern Systems eine mehr gesättigte grüne Färbung haben, als die queerliegenden des unteren. Bey den meisten Blättern fällt schon dem blossen Auge das tiefere Grün der oberen Blattseite auf und bey immergrünen, festen oder lederartigen Blättern macht es sich vorzüglich bemerkbar. Mirbel (Elem. I. 152.) und Decandolle (Org. I. 274.) schreiben die blässere Färbung der Unterseite der mehr lockeren Adhärenz der Epidermis, die der Oberseite fester anhänge, zu, und Dutrochet (Ann. d. Sc. nat. XXV. 245.) glaubt die Ursache davon in den zahlreichen mit Luft gefüllten Höhlen des Parenchyms der untern Blattseite zu finden, indem er mit dieser Anwesenheit der Luft eine geringere Durchsichtigkeit verbunden glaubt. Daher wird, sagt er, diese blässere Farbe gesättigter, wenn man die Blätter in Wasser taucht, welches nach kurzer Zeit in die Lufthöhlen eindringt und sie durchsichtiger macht. Allein wenn auch in manchen Fällen die Oberhaut an der untern Seite lockerer anhängen sollte, so ist dieses doch weder immer so beschaffen, noch vermag es, ausser im Falle völliger Trennung des Zusammenhanges, jene Erscheinung zu erklären. Eben so wenig eignet sich dazu die Anwesenheit von Lücken an der untern Blattseite. Das Grün kann blässer seyn, bey wenig lückenhaftem Zellgewebe und wiederum können der Lücken sehr viele seyn bey sehr gesättigter Färbung des Blattes. Vom ersten geben Saftgewächse z. B. viele Arten von Mesembrianthemum, vom letzten viele Farrenkräuter z. B. Scolopendrium, Ophioglossum, Zeugniss. Vielmehr ergiebt sich aus dünnen Queerabschnitten die wahre Ursache, nemlich die Anwesenheit einer grösseren Menge von

Digitized by Google

grüner Materie in den perpendiculairen Zellen, wie es daher auch Brongniart in einigen Abbildungen (Taf. 13. 16.) dargestellt hat. Zuweilen ist die grüne Farbe nur dem Parenchym, welches unmittelbar unter der Oberhaut liegt, eigen; das Zellgewebe in der Mitte des Blattes aber farbelos. Dergleichen findet sich z. B. bey Iris Germanica (Brong. t. 9. f. 2. dd.), besonders aber bey den fleischigen Blättern der Mesembrianthemen und anderer Saftgewächse. Link bemerkte es auch bey Camellia (Elem. f. 27.) und wollte es als eine Diploë bezeichnen: es findet sich aber nur bey dikkeren Blättern. Durch eine Trennung des Zusammenhanges in diesem farbelosen Zellgewebe, in ähnlicher Art, wie sie im Marke vorkommt, geschiehet es, dass grosse, auf allen Seiten geschlossene, und mit der äussern Luft nicht communicirende Höhlen in einigen Blättern entstehen. In denen vieler Arten von Allium und Ornithogalum geht eine grosse Höhle vom Grunde bis zur Spitze, in Lobelia Dortmanna liegen zwey derselben, in Isoëtes lacustris ihrer vier, in der Länge des fleischigen Blattes. Auch Höhlen und Bläschen mit abgesonderten Säften gefüllt, nimmt man häufig darin wahr.

§. 263.

Die Oberhaut eine Zellenlage.

Der so eben beschriebene, durch ein Gefässnetz und ein Parenchym gebildete Bau ist durchaus überzogen mit der Oberhaut, welches Organ zwar den Blättern nicht ausschliesslich zukommt, aber hier in grösster Vollkommenheit ausgebildet ist. Das Daseyn derselben kannten bereits Malpighi und Grew, auch hatten sie von dem zelligen Bau dieses Organs Kenntniss: allein diese scheint, nach ihren Aeusserungen, sehr unvollkommen gewesen zu seyn. Auch erhielt sich dieses, so lange man eine Uebereinstimmung mit der menschlichen Oberhaut finden wollte. Einige Beobachter z. B. Bose und H. B. de Saussure sprachen der Pflanzen-Oberhaut eine organische Bildung überhaupt ab: andere, genauer beobachtend, nahmen in ihr eine netzförmige Verbindung von Linien wahr, welche Duhamel Fibern nannte, Gleichen und Hedwig aber Gefässe. Mirbel stellte die

Digitized by Google

ursprüngliche Ansicht des Baus der Epidermis als eines zelligen Organs wieder her, und zwar glaubte er in ihr die äussere Wand der Zellenschicht, welche zunächst an der Oberfläche liegt, zu erkennen (Traité I. Elemens I. 35.), worin Link ihm folgte (Grundl. 104.). Später jedoch erklärte dieser sie für eine eigene Lage von Zellgewebe (Elem. 222.), was früher bereits von Rudolphi, Moldenhawer Kieser und andern geschehen war. Decandolle hat (Org. I. 68.) die Gründe für die eine und die andere dieser Meynungen abgewogen und gezeigt, dass ein bedeutendes Uebergewicht derselben auf Seiten derer sey, welche die Epidermis als eine besondere Zellenlage anerkennen. Jedoch fehlt dabey immer noch etwas zur Ueberzeugung, die nur durch Betrachtung senkrechter Abschnitte vom Blatte erhalten wird, wie ich sie versucht habe (Verm. Schr. IV. 10.), und seitdem solche auch von Amici, Ad. Brongniart, Mohl und andern gemacht worden, kann darüber kein Zweifel mehr obwalten. Man siehet dann nemlich eine bestimmte Gränze zwischen ihr und dem Parenchym, welches sie bedeckt und unterscheidet vollkommen, was dem einen, und was dem andern dieser Theile angehört. Dem widerstreitet jedoch nicht, dass diese eigenthümliche Zellenlage manchmal in einem frühern Zustande, wo sie noch nicht entwickelt war, von den übrigen Lagen, welche sie bedeckt, sich nicht unterscheidet; vielmehr giebt es Thatsachen, welche dieses darthun. Dahin aber gehen, wenn ich nicht irre, Mirbels Bemerkungen (Sur le Marchantia 20.), wodurch er seine frühere Ansicht, dass es keine eigenthümliche Zellenlage sey, zu unterstützen glaubt. Eben so wenig widerstreitet dieser Ansicht, was Ad. Brongniart aus neuern Untersuchungen, die mit Hülfe einer lange fortgesetzten Maceration gemacht worden, schliessen zu müssen glaubt, nemlich, dass diese eigenthümliche Zellenlage von Aussen noch mit einem einfachen Häutchen ohne alle Organisation bekleidet sey, welches sich auch da vorfinde, wo eine Oberhaut von gewöhnlicher Art fehle z. B. an den Blättern von Wasserpflanzen und an der Blumenkrone (Nouv. rech. s. l. struct. de l'epid. d. veget. Ann. d. Sc. nat. 2. Ser. I.). Mit dieser Beobachtung,

Digitized by Google

welche auch Turpin gemacht zu haben scheint, indem e
mit gewöhnlicher Paradoxie die Pflanzenoberhaut „eine ein
zige grosse Blase, gebildet von einer äusserst dünnen crystal
hellen Haut ohne Organisation“ nennt (Ann. d. l. So
d'Horticult. d. Paris IV.), hat es seine vollkommene Ric
tigkeit: aber sie ist weder neu, noch berechtiget sie zu ein
veränderten Bestimmung des Begriffs. Vergleicht man älte
Blätter mit jüngeren, so sind jene manchmal von einer fes
ren, schwerer zu durchdringenden Oberfläche, was nur ei
fortwährenden Ablagerung gerinnbarer Materie von lo
oder von Aussen zugeschrieben werden kann. Dieses D
situm nun ist es, welches durch sehr flache Abschnitte
durch Macériren sich absondern lässt und dann in de
Brongniart geschilderten Form erscheint. Will ma
selbe als die eigentliche Oberhaut betrachten, so muss
der eigenthümlichen Zellenlage zwischen ihm und dem
chym einen besonderen Namen geben. Als eine solch
sie sich aber dar nicht nur in senkrechten Abschnitte
Blatte, sondern auch durch Abziehen vom Parenchym
leichter geschiehet, wenn sie von starkem Bau, als w
von beträchtlicher Feinheit ist; leichter bey saftigem, f
gen, als bey festen, lederartigen Blättern, leichter a
unteren, als an der oberen Blattseite.

§. 264.

Zuweilen besteht sie aus mehreren Lagen.

Nicht selten besteht die Oberhaut aus mehr als
Lage von Zellen. Franz Bauer hat davon zuerst ein
Beyspiele angeführt, ich habe aber gezeigt, dass er weit
vorkomme, obschon darüber keine allgemeine Regel au
stellen ist. Bey Musa und Canna bemerkte ich zwey Zell
lagen der Oberhaut jeder Blattseite und eben so viele Bro
niart bey Cactus phyllanthoides (t. XI.). Bey Nerium na
ich ihrer drey wahr und Brongniart bildet ihrer vier
mehr von der unteren Blattseite dieser Pflanze ab (t. XVI.).
Piper pellucidum, magnoliaefolium, maculatum besteht die Ob
haut der oberen Blattseite ebenfalls aus vier und selbst m
reren Lagen, während man an der von der Unterseite n

Digitized by Google

eine einzige Zellenlage wahrnimmt. Ueberhaupt sobald in der Zahl dieser Lagen die Blattseiten sich verschieden verhalten, pflegt deren die Oberseite immer mehr zu besitzen. So finde ich bey Tradescantia crassula deren an der Unterseite nur Eine, an der Oberseite zwey Lagen; bey Begonia heracleifolia an der Unterseite zwey, an der Oberseite drey Lagen, so dass an senkrechten Schnitten des Blattes hier eine sehr dünne Lage von grünem Parenchym zwischen den beyden dicken Oberhäuten, nemlich der von der Ober- und von der Unterseite des Blattes sich hinzieht. In solchem Falle nun sind die Zellen der äusseren Lagen in zunehmendem Verhältnisse kleiner, als die der inneren: so habe ich es bey Musa, Canna, Piper, Begonia, Tradescantia wahrgenommen. Bey Begonia und den genannten Pfefferarten siehet man dieses successive Kleinerwerden der äusseren Zellen vorzüglich deutlich. Auch in der Richtung der Zellen, woraus die verschiedenen Lagen bestehen, nimmt man eine Verschiedenheit wahr: beym Pisang und Pandanus z. B. habe ich an der oberen Blattseite bemerkt, dass die kleineren Zellen der äusseren Lage nach der Queere des Blattes liegen, hingegen die grösseren der innern Schicht in der Länge desselben. Meyen will in diesem Falle (Phyt. 114.) die inneren Lagen nicht mit zur Oberhaut rechnen und dasselbe geschiehet von Herm. Kroker (De pl. epid. 2.) aus dem Grunde, weil diese Zellen in Grösse und Form zu sehr von denen der äussern Lage abweichen sollen. Allein dieses Argument verdient keine Berücksichtigung: man siehet nicht, zu welchem andern Systeme, als zur Oberhaut, denn diese grösseren Zellen, welche ich als die innere Lage derselben betrachte, gerechnet werden könnten. Meyen glaubt jedoch (a. a. O.), diese Annahme „einer doppelten Epidermis," wie er sich ausdrückt, „würde zu nichts führen."

§. 265.

Netzlinien der Oberhaut.

Mit anderem Zellgewebe verglichen zeigt das der Oberhaut Uebereinstimmung in den Hauptstücken, bey Verschiedenheit im besondern Verhalten. Seine Zellen, im Vergleiche

Digitized by Google

mit denen des Parenchyms vom nemlichen Blatte, haben gewöhnlich eine weit beträchtlichere Grösse. Es ist nicht an dem, was Meyen mich sagen lässt (Phytotomie 92.), ich hätte behauptet: die Zellen der Epidermis seyen stets grösser, als die des Parenchyms. Ich sage nur, dass ich geneigt sey, dieses als allgemeine Regel anzunehmen, weil ich bis dahin noch keine Ausnahme davon wahrgenommen. Auch jetzt habe ich dergleichen nur sehr sparsam beobachtet und ich kann zu den dort von mir gegebenen Beyspielen der Regel noch Begonia, Tradescantia, Alstroemeria pelegrina, Helleborus viridis hinzufügen. Auch aus mehreren Abbildungen von Brongniart (Taf. 12. 13. 15.) erhellet dieses Verhältniss. Nur an den immergrünen Blättern von Prunus virginiana, Phillyrea latifolia, Arbutus Unedo, Bupleurum fruticosum fand ich die Epidermiszellen der untern Blattseite nicht grösser, als die des Parenchyms daselbst. Wenn aber Meyen als Beyspiele vom Gegentheile Pandanus, Ficus, Maranta, Urania anführt, so ist zu bemerken, dass die Oberhaut hier, nach der oben gerechtfertigten Ansicht, aus zwey oder mehr Lagen besteht, deren die äusseren, wie gedacht, stets kleinzelliger, als die innern sind. Wie aber im Zellgewebe überhaupt, so zeigen auch in der Oberhaut die, unter vielerley Winkeln zusammenstossenden, Linien die Scheidewände der einzelnen Zellen an, woraus sie besteht, und immer schliessen jene daher einen Raum ein, welches gegen Kieser zu erinnern ist, der dieses (Grundz. 151.) nicht für alle Fälle zugeben will. Eben so erscheinen, wie im Zellgewebe überhaupt, so auch in der Oberhaut, diese Linien häufig gedoppelt. Dieses kommt nach der Meynung von Sprengel, Kroker, Rudolphi daher, dass der äussere und der innere Rand der, von Aussen nach Innen sich fortsetzenden, Scheidewand dem Auge, welches die Oberhaut in der Fläche betrachtet, in einer Ebene zu liegen scheinen, die doch eigentlich hinter einander liegen. Bernhardi hingegen schreibt diese Doppellinien einer gewissen Dicke der Scheidewand selber zu, so dass die Entfernung beyder Linien von einander den Durchmesser der Scheidewand gebe. Beyde Erklärungen haben ihre Wahrheit: die erste für den Fall, wo die Scheide-

Digitized by Google

wand sehr dünn, die zweyte, wo sie beträchtlich dick ist. Im ersten Falle nemlich siehet man mit starkbewaffnetem Auge die beyden Striche niemals gleich deutlich: sondern es bedarf dazu einer Veränderung des Brennpuncts der Linse, zum Beweise, dass jene sich hinter einander befinden: im zweyten bedarf es dessen nicht und man überzeugt sich, dass beyde Striche in Einer Ebene neben einander laufen (Verm. Schr. I. 20.). Hedwig, Kieser und Amici halten diese Doppellinien für Anzeigen von Gefässen, die eine Lymphe führen und Hedwig nennt solche die lymphatischen. Allein dafür fehlt es an allen näheren Beweisen. Man müsste an sehr feinen Queerabschnitten des Blattes die durchschnittenen Oeffnungen dieser Canäle wahrnehmen, wie man bey ähnlicher Behandlung des Zellgewebes die Intercellulargänge sieht. Dergleichen hat mir jedoch nie gelingen wollen, auch ist nicht bekannt, dass ein anderer Beobachter einen solchen Versuch mit Erfolg gemacht hätte (Verm. Schr. I. 25.).

§. 266.

Form ihrer Zellen.

Die Form der Oberhautzellen kann entweder im Durchschnitte des Blattes betrachtet, oder in der Fläche desselben erwogen werden. In der ersten Beziehung sind sie, vermöge einer vermehrten Ausdehnung in die Breite, mehr oder minder abgeplattet: daher schlägt Meyen vor, diesem Zellgewebe den Namen des tafelförmigen zu geben (Ph. 87.). Doch ist diese Abplattung keinesweges von der Art, dass äussere und innere Wand der Zellen einander berühren, mit gänzlichem Verschwinden der Höhle, wie Hedwig sich vorzustellen scheint (Kl. Schr. I. 126.): vielmehr nimmt man solche auf Queerschnitten des Blattes allemal wahr, auch wo die Zellen sehr in die Breite gedehnt, ihre Wände sehr verdickt sind. Besteht aber die Oberhaut aus mehreren Zellenlagen, so gilt die Abplattung nur von den äusseren, nicht von den inneren Lagen: hier im Gegentheile strecken die Zellen sich mehr in der Richtung der Dicke des Blattes aus, wenigstens ist dieses der Fall bey Piper, Begonia und andern. An ihrer äusseren freyen Oberfläche erheben sich die Epi-

Digitized by Google

dermiszellen nicht selten in Spitzen und stumpfe Kegel, so z. B. an der oberen Blattseite von Neottia discolor und noch bedeutender an dem dunkelvioletten Obertheile der Blüthscheide von Arum maculatum. Meyen hat eine ähnliche Bildung bey Aloë angulata und perfoliata wahrgenommen (Phyt. T. III. F. 9—12.). Wenn er indessen diese hügelartige Erhebung der Zellenwand im späteren Alter der Theile geschehend glaubt, so stimmt dieses mit meinen Beobachtungen nicht überein, denn im Gegentheile fand ich jenen Bau an ganz jungen Blättern stärker und entschiedener. An den Blumenblättern ist er etwas sehr Gewöhnliches und nach Link's Meynung die Ursache vom Sammtglanze derselben. Auch finden sich an den Blättern von Neottia discolor beyde Erscheinungen in Gemeinschaft beysammen: allein zum Beweise, dass dieses nicht nothwendig sey, dient, dass man an denen von Aloë angulata keinen solchen Glanz bemerkt, obschon die Zellen der Oberfläche hier gleichfalls die papillenartige Bildung haben. In der Fläche betrachtet nähern die Oberhautzellen, übereinstimmend mit der Gesammtform des Blattes, manchmal dem Runden sich mehr an, manchmal sind sie einseitig verlängert, wie bey den Grasblättern. Bey Pandanus odoratissimus hat die Oberhaut der untern Blattseite zwey Lagen von länglichen Zellen, deren längerer Durchmesser der Queere nach liegt in der äusseren sehr dünnen Lage, der Länge nach in der inneren dickeren. Gemeiniglich aber zeigt sich eine Verschiedenheit in einer und der nemlichen Zellenlage der Oberhaut, indem da, wo sie die Stämme und Hauptzweige der Nerven bekleidet, ihre Zellen mehr oder minder verlängert sind (Kieser Grundz. T. V. F. 55.). Bey Alstroemeria pelegrina zeichnen diese sich zugleich durch ungemeine Grösse und Weite aus, so dass der Lauf der Hauptnerven hier an der Blattfläche durch erhabene häutige Linien angedeutet ist (Herm. Kroker l. c. f. 27. 28.). Vorzüglich characteristisch für die Oberhautzellen sind die geschlängelten Netzlinien, welche ihre ungleichen Umrisse und folglich auch ihre gewundenen Scheidewände bezeichnen. Man findet sie nur bey einem Theile derselben und dann manchmal nur schwach entwickelt, manchmal aber so sehr, dass

Digitized by Google

man Mühe hat, den zelligen Bau darin noch zu erkennen. Es ist mir nicht gelungen, über die An- oder Abwesenheit dieser Bildung ein allgemeines Gesetz aufzufinden. Nur das scheint aus übereinstimmenden Beobachtungen sich zu ergeben, dass geschlängelte Zellenränder der Oberhaut mehr bey Dicotyledonen, als Monocotyledonen, bey Farrenkräutern jedoch fast durchgängig, anzutreffen sind; dass man sie bey dünner und zarter Oberhaut am häufigsten beobachtet; dass sie an der unteren Blattseite deutlicher, als an der oberen, und oft an jener nur allein, vorkommen und dass man sie nur an ausgewachsenen, der Luft geraume Zeit hindurch ausgesetzt-gewesenen, Blättern, nicht aber an ganz jungen, antrifft (Verm. Schr. I. 26—28.). Link (Elem. 223.) schreibt die Entstehung derselben dem Austrocknen der abgezogenen Oberhaut an der Luft zu, was eine Ansicht der noch dem Parenchym verbundenen Oberhaut widerlegt. Meyen will bemerkt haben (A. a. O. 95), dass eine gewisse, an den Standort gebundene, Beschaffenheit der Atmosphäre z. B. Feuchtigkeit, Einfluss habe, das Wellenförmige der Zellenränder zu vermehren: allein unstreitig ist die Entwicklung, eben so wie die Entstehung davon, durch ursprüngliche Conformation begründet.

§. 267.

Ihr Zusammenhang und Inhalt.

Die Verbindung der Zellen der Oberhaut unter einander ist beträchtlich fester, als die mit dem Parenchym, wovon sie sich desshalb in grösseren oder kleineren Portionen abziehen lässt, und dieses in dicken und saftigen Blättern weit leichter, als in dünnen oder lederartigen. Dabey rollt sie sich gern und der ältere Saussure wollte bemerkt haben, dass dieses an der Oberseite in entgegengesetzter Richtung geschehe, als an der Unterseite. Bey Gentiana lutea sondert sie sich von selber stellenweise, besonders an der Unterseite, vom Parenchym ab. Alles dieses deutet auf eine beträchtliche Festigkeit des Zusammenhanges, die theils in den geschlängelten Rändern der Zellen, deren aus- und einspringende Winkel dabey in einander greifen, theils in der Dicke und

Digitized by Google

innigen Verwachsung der Zellenhäute ihren Grund zu haben scheint. Decandolle hält sie grösstentheils für Wirkung der Luft, des Lichts und der Verdunstung. Sie vermehre sich, wenn das Organ eine Zeitlang der Luft ausgesetzt gewesen und so auch da, wo die Ausdünstung lebhafter von Statten gehe, indem die erdigen Theilchen, welche mit dem Ausdünstungsstoff fortgerissen werden, auf die Zellen-Membran sich absetzen (Organogr. I. 71.). Dass eine solche Ablagerung solider Materie auf die Oberhautzellen wirklich geschehe ist Oben bereits wahrscheinlich gemacht und die Verkleinerung der Höhle, so wie die Abrundung ihrer Ecken, die an senkrechten Blattabschnitten z. B. von Ficus bengalensis (Verm. Schr. IV. T. 1. F. 16.) so deutlich sind, geben den fernern Beweis davon. Beydes nimmt, wenn die Oberhaut aus mehreren Lagen besteht, in den äussern derselben in gleichförmigem Fortschreiten zu, ohne dass jedoch die Höhle jemals ganz verschwinde. Es frägt sich daher, welches der Inhalt dieser Höhle, die immer so bestimmte Umrisse hat, sey. Ich habe (A. a. O. IV. 15.) aus der Art, wie frische, in der Fläche des Blattes gemachte, Abschnitte der Oberhaut in Wasser unter dem Microscope sich verhalten, wahrscheinlich zu machen gesucht, dass Luft darin enthalten sey. An Pteris serrulata nahm ich wahr, dass, wenn ich von den jüngsten Blättern eines unter Wasser gebracht, in den Zellen der Oberhaut Luftblasen sich bildeten, welche ich durch einen Druck heraustreten lassen konnte. Damit stimmen jedoch Beobachtungen von Mohl nicht überein (Ueb. d. Ranken und Schlingpflanzen 8.). Auch Ad. Brongniart hat aus der Wirkung des durchgehenden Lichts vermuthet, dass sich Wasser darin befinde (Rech. 6.). Indessen hat er sich über diese Wirkung nicht weiter erklärt und mir scheint auch jetzt noch, dass die Oberhaut ihrer Bestimmung nur dann entsprechen könne, wenn sie Luft in ihren Zellen enthält. Indessen bedarf dieses einer Einschränkung für den oft eintretenden Fall, dass sie aus mehreren Zellenlagen besteht. Schon Wahlenberg bemerkt (De Sedibus mater. 72.), dass bey Piper die mehrfachen Lagen der Epidermis eine Lymphe enthalten, mit Ausnahme der obersten oder äusser-

Digitized by Google

sten, und die Richtigkeit dieser Bemerkung kann nicht bezweifelt werden. Bey Piper magnoliaefolium z. B., sobald ich an der Oberhaut der oberen Blattseite die äusserste Lage mit dem Messer behutsam weggenommen hatte, trat aus den unteren ein häufiger Saft hervor. Von welcher Beschaffenheit dieser sey, bleibt noch näher auszumitteln: nur das kann ich sagen, dass er ohne Farbe und körnigen Gehalt war. Bringen wir damit in Verbindung, dass die Verdickung der Zellenwände, welche in den innern Lagen kaum bemerkbar ist, in der äussersten desto stärker in die Augen fällt, so haben wir Grund anzunehmen, dass eine Lymphe es sey, welche in den Oberhautzellen unter Einwirkung der Luft ihre gerinnbare Materie an die Zellenwände absetzt und diese verdickt, während der wässerige Theil entweicht und eine Leere zurücklässt, welche die Luft gleich einnimmt, wie in saftleeren Pflanzentheilen überhaupt zu geschehen pflegt.

§. 268.

Ihre Farbe.

Mit dieser Abwesenheit eines Saftes oder, wenn solcher vorhanden, mit der erwähnten Beschaffenheit desselben, steht in genauer Beziehung der Mangel grüner Farbe in der Oberhaut, verbunden mit einem bedeutenden Grade von Durchsichtigkeit. Dadurch scheint einerseits die Farbe des von ihr bedeckten Parenchyms mehr oder minder vollkommen durch, andererseits wird die wichtige Einwirkung des Lichts nicht abgehalten. Zu allgemein indessen giebt A. Kroker an (De pl. epid. 24.), dass sie immer farbelos sey, welchen Ausspruch Mirbel (Elem. I. 36.) und Decandolle (Org. I. 71.) wiederhohlt haben. An Cyclamen persicum, Anemone Hepatica, Tradescantia discolor, mehreren Arten von Saxifraga und Begonia haben wir Beyspiele, wo sie eine violette Farbe hat und an den jungen Blättern von Rheum deren, wo sie eine rothe Färbung besitzt, woran das Parenchym, welches hier sein gewöhnliches Grün hat, nicht Theil nimmt. Allein andrerseits ist nicht alle Färbung der Blätter, diesen Ausdruck in der botanischen Kunstsprache genommen,

Digitized by Google

auf Rechnung der Oberhaut zu setzen, und mit Recht nimmt deshalb Herm. Kroker (De pl. epid. 10.) einen zwiefach verschiedenen Ursprung derselben an. Bey Neottia discolor z. B. finde ich die rothe Farbe der unteren Blattseite nicht in der Oberhaut gegründet, die hier farbelos ist, sondern in dem ganzen, aus vielen Lagen bestehenden, Parenchym dieser Seite. So auch haben die schwarzen, oder vielmehr dunkelrothen, Flecken auf den Blättern von Arum maculatum ihren Grund in einer rothen Färbung der Lagen perpendiculairer Zellen, welche das Parenchym der oberen Blattseite ausmachen. Mit der Natur übereinstimmend ist demnach auch Meyens Angabe (Phyt. 142. T. VII. F. 1.) von Dracaena terminalis W. (D. ferrea H. K.), dass die Oberhaut ungefärbt sey, die rothe Farbe aber nur der Zellenlage, welche darunter liegt, zukomme. Auch die veränderten Färbungen, welche die Blätter im Herbste oder durch Krankheiten erhalten, besonders die gelbe und rothe, haben nicht in der Oberhaut ihren Sitz, sondern im Parenchym, dessen Säfte dabey eine noch nicht genau ausgemittelte Veränderung erleiden, womit, ausser dem Verschwinden der grünen Farbe, auch Verlust des Körnergehalts verbunden ist. Man muss daher den Mangel der Farbe in der Oberhaut nur auf den Mangel grüner Farbe beschränken, welcher ohne Ausnahme gilt und das Vorkommen anderer Farben, als Grün, in ihr unter die Seltenheiten rechnen.

§. 269.

Abweichender Bau der thierischen Oberhaut.

Mit dem bisher in seinen Hauptzügen angegebenen Bau der Pflanzenoberhaut stimmt der der thierischen, namentlich der menschlichen, Epidermis nicht überein. Es hat nicht an Beobachtern gefehlt, welche auch in dieser haben Blättchen, Zellen, Fasern, Gefässe wahrnehmen wollen. Besonders leicht kann die Meynung von einem zelligen Bau entstehen, wenn man, was von Anatomen von grosser Autorität geschieht (B. S. Albin. Annot. ac. I. 21. F. B. Albin. de nat. hom. 931—33. Rudolphi Physiol. I. 104.), das Malpighische Netz nur als ihren inneren weicheren,

Digitized by Google

gefärbteren Theil, demnach als nicht wesentlich von ihr unterschieden, betrachtet. Ziehet man nemlich die Oberhaut mit noch anhängendem Schleimnetze irgendwo ab und beobachtet ein solches Stück von der Innenseite unter einiger Vergrösserung, so erblickt man ein netzförmiges Gewebe, dem des Pflanzenzellgewebes nicht unähnlich (B. S. Albin. l. c. t. 1. f. 2.). Allein dieser Anschein entsteht lediglich von den Eindrücken der über die Cutis hervorragenden Papillen, indem der weiche Schleimstoff sich überall in die Vertiefungen zwischen denselben einsenkt, und so den scheinbar netzförmigen Bau hervorbringt. Dieser fehlt deshalb da, wo die Epidermis einspringende Falten bildet, indem an solchen Stellen die Papillen fehlen (B. S. Alb. l. c. 25.). Eben so fehlt er in den äussersten Lamellen der Oberhaut, wohin jene Eindrücke nicht reichen und wenn man daher ein, von der Epidermis z. B. der Lippe, der Handfläche, abgesondertes Hautstückchen unter dem Microscope betrachtet: so wird man einen durchaus gleichförmigen, unzusammengesetzten Bau gewahr. Andererseits aber könnte gerade hierin wiederum eine Uebereinstimmung mit der Pflanzenoberhaut gesucht werden, und dieses führt uns auf einen Gegenstand zurück, wovon schon früher die Rede war. Wenn man nemlich von einer besonders dicken und festen Oberhaut z. B. von Arten von Ficus, Ilex, Piper, die äusserste Lamelle möglichst fein abschneidet, so erscheint darin gemeiniglich entweder gar kein zelliger Bau, oder ein sehr undeutlicher. Brongniart vermochte deshalb von der Oberfläche von Kohlblättern durch Monate lang fortgesetzte Maceration ein Häutchen abzusondern (Rech. 7. t. 18. f. 3.), welches vollkommen einfach und ohne netzförmiges Gefüge war, und es gelang ihm später, dergleichen auch von den Blättern von Agapanthus umbellatus, Allium Porrum, Iris Germanica, Dianthus Caryophyllus, Potamogeton lucens darzustellen (Sur l'epid. d. pl. Ann. d. Sc. nat. 2. Ser. I. 65. t. 2. 3.). Brongniart glaubt, diese Beobachtung vereinige die beyden bisherigen Meynungen über die Oberhaut der Gewächse, nemlich die, wonach solche eine eigenthümliche Lage von Zellen ist und jene, wonach sie als ein einfaches Häutchen, ohne innere Zu-

Digitized by Google

sammengesetztheit der Bildung betrachtet wird. Allein was bey dieser Behandlung als ein einfaches Häutchen erscheint, ist in der That nur die äussere Wand der zelligen Epidermis selber, welche durch fortgesetzte Deposition gerinnbarer Materie dermaassen verdickt ist, und deren Zellen dadurch so innig verwachsen sind, dass der zellige Bau, welcher sich im Innern der Oberhaut vollkommen erhalten hat, in der äussersten, jener Veränderung am meisten ausgesetzten, Substanz mehr oder weniger verschwunden ist. So wenigstens dünkt mich diese, schon längst von mir beobachtete, Erscheinung (Verm. Schr. IV. 17.), auf eine mit der Natur übereinstimmende Weise erklärt zu werden und die nemliche Ansicht davon hat Meyen (A. a. O. §. 70.), bey welchem auch einige Darstellungen davon anzutreffen sind.

§. 270.

Abwesenheit der Oberhaut an gewissen Pflanzentheilen und Pflanzen.

Nicht bloss die Blätter und blattartigen Theile besitzen eine Oberhaut, sondern alle Pflanzentheile, welche eine grüne Farbe haben oder denen wenigstens diese die natürlichere ist. Dass die Wurzeln solche nicht besitzen, darf, wie ich glaube, nicht bezweifelt werden, wenn man siehet, dass feine Queerabschnitte, und nur diese können hier entscheiden, von Wurzelfasern, deren Oberfläche noch unverändert ist, nicht die geringste Verschiedenheit der oberflächlichen Zellen von den tieferliegenden zeigen. Der Stengel besitzt eine Oberhaut nur wenn er jährig ist, oder, falls er ausdauert, nur an seinen jährigen Fortsetzungen. In den folgenden Jahren überzieht er sich durch Absterben seiner äusseren Rindenlagen freylich mit einer trockenen Kruste, die nicht mehr Oberhaut genannt werden kann: im ersterwähnten Falle aber scheint diese niemals zu fehlen und wird von Rudolphi (A. a. O. 70.) mit Unrecht geläugnet. Sie kommt in ihrem allgemeinen Bau vielmehr mit der Oberhaut der Blätter ganz überein; auch besteht sie, wie diese, zuweilen aus mehreren Zellenlagen. Was sie aber auszeichnet ist, dass die Zellen gewöhnlich eine mehr oder minder in die Länge gezogene Form haben, und dass

Digitized by Google

sie, ausser wo der blattlose Stengel einen blattartigen Ueberzug hat z. B. Cactus tetragonus (A. Krok. t. 2. f. 1.), keine geschlängelte Ränder besitzen. Von der Oberhaut der zur Blüthe gehörigen Theile wird unten die Rede seyn. Erwägt man das Vorkommen der Oberhaut in Bezug auf die Verschiedenheit der Gewächse selber, so haben unter der Phanerogamen die Wasserpflanzen an ihren stets unter Wasser befindlichen Blättern eine solche nicht. Ich habe dieses (Verm. Schr. I. 76.) bereits von Potamogeton crispum gezeigt, sofern die mit Saft und körniger Materie erfüllten Zellen hier bis an die Oberfläche reichen, so dass kein Unterschied von Parenchym und oberflächlicher Zellenschicht vorhanden ist; zugleich habe ich die Vermuthung geäussert und mit Gründen unterstützt, dass es auch bey andern Wassergewächsen sich so verhalten werde. Es ist daher ein Irrthum, wenn Ad. Brongniart (Rech. 18. Reponse aux observ. etc. 7. 8.) sich die Entdeckung dieses eigenthümlichen Baus zuschreibt; doch bleibt ihm das Verdienst, denselben am Potamogeton perfoliatus dargestellt und an Ranunculus aquatilis seinen Unterschied von dem Bau der für die Luft bestimmten Blätter gezeigt zu haben (L. c. t. 17.). Bey Nymphae, Euryale, Trapa hat nur die obere Blattseite eine Epidermis, der unteren fehlt sie. Solche Blätter oder Blattseiten sind ungeeignet für die Berührung der Luft, wovon sie sehr schnell ausgetrocknet werden, weil es ihnen an dem Organ fehlt, welches die Zerstreuung ihrer Feuchtigkeiten verhindert.

§. 271.

Sie fehlt den gefässlosen Cryptogamen.

Den cryptogamischen Gewächsen fehlt die Oberhaut, wenn man die Farrenkräuter und einige Moose ausnimmt. Das Parenchym der Farrenkrautblätter ist ungemein löhlenreich, wegen unvollkommener Verbindung der Zellen und in Lage, Form und Zusammenhang derselben lässt sich so wenig ein Unterschied einer oberen und unteren Blattseite, als eine perpendiculaire Richtung gewisser Zellen gegen die Oberseite wahrnehmen. Dass dabey eine deutlich entwickelte Oberhaut

Digitized by Google

vorhanden sey ist, seitdem Gleichen solche abbildete, bekannt; sie ist meistens sehr dünn und fehlt auch den theilweise im Wasser lebenden Gattungen Ceratopteris, Salvinia, Isoëtes, Pilularia nicht. Nur der Cotyledon und das erste beym Keimen unaufgerollte Blatt sind damit nicht versehen; auch bey zwey Gattungen vermisset man sie, Trichomanes und Hymenophyllum. Die Blattsubstanz nemlich besteht hier, wie beym Saamenblatte und ersten Blatte, nur aus Einer Zellenlage und es kann daher von einer Oberhaut, in dem zuvor bestimmten Sinne, nicht die Rede seyn. Dieselbe Einfachheit des Blattbaues nemlich eine einzelne, selten gedoppelte, Lage von Zellen von verschiedener, aber im Individuum sich gleichbleibender, Grösse und Form, findet sich bey den meisten Laub- und Lebermoosen. Nur bey Marchantia, Targionia, Riccia bemerkt man ein, in allen Dimensionen ausgedehntes Zellgewebe, welches Höhlen bildet und eine deutliche Oberhaut hat (Mirbel Rech. s. l. Marchantia t. 2. 6.). Auch bey solchen Laubmoosen, wo der Fruchtstiel, ehe er in die Kapsel übergeht, einen Untersatz oder wenigstens eine geringe Erweiterung macht, z. B. bey den meisten Arten von Splachnum und Bryum, trennt sich eine oberflächliche Zellenlage von der Centralsubstanz, mit welcher sie nur durch Reihen von Zellen verbunden bleibt, und bildet eine Art Epidermis (Hedw. Fundam. H. n. Musc. II. t. 3. f. 10.). Die Blätter in dieser Gewächsfamilie sind nie gestielt, zusammengesetzt oder abfallend und ihre Nerven bestehen aus blossen verlängerten Zellen ohne alle Gefässe. Bey den Flechten, wo Blatt und Stengel nicht getrennt, Zellen und Fasern nicht in ein regelmässiges Gewebe verbunden sind, ist die Oberhaut, welche ihnen von mehreren zugeschrieben wird, ein blosser durchscheinender Ueberzug von verhärtetem Schleime ohne Organisation und insofern der thierischen Oberhaut vergleichbar. Sie fehlt immer, so wie wenn sie bey den stengellosen Lebermoosen vorkommt, an der unteren, der Erde angedrückten Seite und folglich ist eine ununterbrochene Aufnahme von Flüssigkeit hier durch nichts gehindert. Bey den Wasseralgen ist eine ähnliche Bedeckung vorhanden, aber in einem noch weniger verhärteten Zustande und daher dem Elemente,

Digitized by Google

worin sie leben und woraus sie ihre Nahrung ziehen, noch mehr angemessen.

§. 272.

Poren der Oberhaut.

Die Oberhaut der Pflanzen hat an und für sich keine Oeffnungen, indem ihre Zellen überall in der vollkommensten Continuität sind. Dieser Mangel hebt jedoch ein Hindurchdringen tropfbarer Flüssigkeiten, so wenig, wie bey der, ebenfalls nicht porösen, menschlichen Epidermis, ganz auf, wiewohl dergleichen bey den Pflanzen nur ausnahmsweise, nemlich wenn die, eine Ausscheidung bewirkende Ursache, sehr heftig wirkt, zu geschehen scheint. Für den gewöhnlichen gesunden Lebensprocess hat die Natur zu diesem Behufe die Oberhaut mit gewissen Oeffnungen versehen, deren zuerst Malpighi erwähnt. Dieses geschieht nicht so sehr da, wo er sie von einigen Bäumen beschreibt und abbildet (Opp. I. 52. f. 106. 107.), denn hier sind Zweifel erhoben worden (Rudolphi Anat. d. Pfl. 63.) über das, was er meynt, sondern vielmehr, wo er sie von der Lunularia Mich. als Drüsen mit einer Oeffnung beschreibt und abbildet (L. c. 142. f. 106. m.). Noch deutlicher erwähnen ihrer Grew (Anat. 153. t. 48.) und Guettard; genauer beschrieben und dargestellt aber wurden sie zuerst von Gleichen, Hedwig und Comparetti. Nach diesen Vorgängern haben ihrer alle erwähnt, welche von der Oberhaut geschrieben, am meisten aber haben sich Rudolphi, J. P. Moldenhawer und Ad. Brongniart um ihre Kenntniss verdient gemacht. Malpighi bezeichnete sie als Drüsen und diese Bezeichnung haben Guettard und H. B. de Saussure beybehalten; Grew nannte sie Oeffnungen, zur Ausdünstung oder Athmung bestimmt, Hedwig Spiracula, Kroker Rimae annulatae, Sprengel Spaltöffnungen, Rudolphi und Moldenhawer Poren der Oberhaut. Link nannte sie in früheren Schriften Stomata, welche Benennung Decandolle und Ad. Brongniart, als Stomates, beybehalten haben, in späteren wiederum Glandula cutaneae und so nennt sie auch R. Brown. Aber es wird sich im Verlaufe dieses Werkes

Digitized by Google

zeigen, dass Drüsen ein zusammengesetzteres Organ sind, als das, wovon hier die Rede ist und dass solche eine Materie absondern, wovon hier nichts wahrgenommen wird. Mir erschien daher der Name der Poren immer als der passendste und mit diesem werde ich fortfahren, sie zu bezeichnen. In der farbelosen oder gefärbten Oberhaut nemlich bemerkt man unter gehöriger Vergrösserung kleine grüne Inseln von sehr bestimmter Form. Diese nähert sich, die Oberhaut in der Fläche gesehen, gewöhnlich mehr oder minder dem Runden: nicht selten jedoch erscheint dieses in die Breite und noch häufiger in die Länge gezogen. Zuweilen erscheinen sie als stumpfe Vierecke oder Parallelepipeden. Ihre Grösse ist in einer und der nemlichen Pflanzenart, bis auf geringe Unterschiede, welche die Verschiedenheit der beyden Blattflächen veranlasset, die nemliche, aber nach den Pflanzen sehr verschieden, und hier wiederum in einiger Beziehung zu der Grösse der Blattzellen überhaupt. Die grössten finden sich bey den Liliaceen, die kleinsten bey solchen Bäumen und Sträuchern, welche lederartige Blätter haben (Rudolphi a. a. O. §. 72.). Immer ist die Linie, welche ihren Umfang beschreibt, gleichmässig fortlaufend ohne solche Wellenränder, wie sie die Zellen der Oberhaut so häufig besitzen. Die grüne Farbe ist an ihnen entweder gleichförmig verbreitet, oder nur in dunkleren Körnern und Puncten, welche man darin bemerkt. Die Mitte des Kreises, Ovals oder stumpfen Vierecks nimmt eine dunkle Linie an, welche das Organ in zwey gleiche Hälften theilt. Zuweilen ist diese gedoppelt und dann siehet man nicht selten beyde Linien in der Mitte mehr oder weniger klaffen. Die Häufigkeit des Vorkommens dieser Organe lässt die grösste Mannigfaltigkeit zu. Dünne krautartige Blätter pflegen deren eine weit grössere Menge, als fleischige und saftvolle zu enthalten: doch ist dieses nicht ohne Ausnahme, indem z. B. die untere Blattseite von Hoya carnosa deren ungemein viele enthält. Humboldt fand bey der Agave 55, bey Hyacinthus non scriptus zwischen 75 und 145 auf einer Quadratlinie; Sprengel bey Tradescantia discolor 56, bey der weissen Lilie 156 auf einem gleichen Raume. Aber Kieser zählte ihrer bey Phaseolus vulgaris über 2000 und

Digitized by Google

Herm. Kroker bey Solanum sanctum sogar 5116 in dem nemlichen Raume. Indessen erinnert schon Rudolphi, dass auf die Genauigkeit solcher Zählungen nicht sehr zu bauen sey. Beym Lilium bulbiferum fand Hedwig 577 Poren, hingegen Herm. Kroker nur 276 derselben auf der Quadratlinie. Auch kömmt es hier auf den Entwicklungsgrad des Blattes an, indem sie in sehr jungen Blättern um vieles näher beysammen stehen. Auf einer Quadratlinie des jungen Blattes von Portulaca oleracea zählte Kroker ihrer 1040, hingegen auf dem gleichen Raume, wenn das Blatt völlig ausgewachsen war, nur 130, die auch kleiner zu seyn schienen (L. c. 18.).

§. 273.

Sie fehlen einem Theile der Gewächse.

Es fehlen jedoch diese Hautöffnungen vielen Pflanzen und unter den Phanerogamen haben solche zuförderst alle diejenigen nicht, deren Blätter von Natur unter Wasser leben z. B. Hottonia, Potamogeton, Zostera, Vallisneria, Ruppia, Salvinia. Haben aber Wassergewächse zugleich aufgetauchte und untergetauchte Blätter z. B. Ranunculus aquatilis, Potamogeton natans, Potam. heterophyllus, Nymphaeae: so haben nur die aufgetauchten oder schwimmenden sie, die untergetauchten aber nicht. Ferner fehlen sie den Phanerogamen mit nicht grünen Krauttheilen, wohin die meisten Parasiten gehören, als Orobanche, Lathraea (Kieser §. 361.), Monotropa, Epipactis Nidus Avis (Rudolphi a. a. O. 66.), Rafflesia, Brugmansia (Meyen a. a. O. 107.): jedoch hat F. Unger deren bey Cuscuta wahrgenommen (Exanth. d. Pfl. T. 1. F. 3.), wo Andere sie nicht finden konnten. Auch sind die Parasiten mit grünen Blättern, Viscum, Loranthus, reichlich damit versehen (Dec. Organ. I. 84.). Rudolphi konnte auch keine Poren auf Blättern entdecken, so mit einem dichten Filze überzogen sind, als Cineraria maritima, Stachys lanata, Marrubium Pseudodictamnus (Anat. d. Pfl. 84.): allein Herm. Kroker versichert, sie auf mehreren solcher Gewächse, worunter auch Cineraria maritima selbst, deutlich wahrgenommen zu haben (De pl. epid. 15.). Gewisser ist, dass sie im Allgemeinen den Cryptogamen, mit Ausnahme

Digitized by Google

der Farrenkräuter und einiger Moose, fehlen, was auch natürlich ist, da ihnen eine Oberhaut überhaupt fehlt. Unter den Moosen hat deren, wie gedacht, bey Lunularia bereits Malpighi wahrgenommen und bey Marchantia Kroker. Rudolphi wollte diese zwar nicht dafür anerkennen: allein Mirbel und Mohl haben durch Queerschnitte der Frons gezeigt, dass sie mit den Poren anderer Gewächse im Wesentlichen ganz übereinkommen. In gleicher Art habe ich sie bey Targionia beobachtet (Verm. Schr. IV. 61.), was von W. Griffith bestätigt worden ist. Herm. Kroker nennt auch Riccia, wo ich jedoch keine gefunden habe. Unter den Laubmoosen habe ich sie an der Apophyse der Kapsel, doch nie an der Kapsel selber, wie Link irrthümlich angiebt, wahrgenommen: doch auch hier nur dann, wenn die Apophyse ein höhlenreiches Zellgewebe einschloss (Hedw. St. cryptog. II. t. 14.), also nur bey Splachnum ampullaceum, mnioïdes, sphaericum, nicht aber bey Splachn. luteum und rubrum; ferner bey mehreren Bryis, welche mit einem Untersatze versehen sind (M. Beytr. 10.). Auch Unger hat sie bey Splachnum ampullaceum gefunden und abgebildet (A. a. O. T. I. F. 1.), so dass zu verwundern ist, dass es Decandolle nicht gelingen wollen (L. c. 80.), sie daselbst wahrzunehmen.

§. 274.

Ihre Stellung und ihr Vorkommen.

In der Stellung und Vertheilung der Poren ist eine grosse Verschiedenheit und zugleich Bestimmtheit bemerkbar. Gewöhnlich stehen sie auf der Blattfläche zerstreut, doch so, dass sie da, wo die Nerven des Blatts verlaufen und wo zugleich die Epidermis die obenbeschriebene Besonderheit des Baues hat, gänzlich mangeln (Kieser Grundz. T. V. F. 55.), was schon dem älteren Saussure bekannt war und von ihm für einen Beweis, dass sie nicht mit den Gefässen communiciren, gehalten wurde. In Längsreihen stehen sie an den Blättern von Coniferen und Gräsern und am Stengel der Schachtelhalme z. B. bey Pinus (A. Krok. t. 1. f. 7.), Hordeum (Rudolphi T. 1. F. 5.), Zea (Hedw. kl. Abh. I. T. 5. F. 6.), Equisetum

Digitized by Google

arvense und hyemale (Bischoff Charen u. Equiseten T. IV. F. 19. 23.). In Klumpen oder Gruppen gestellt finden sie sich bey Saxifraga sarmentosa und den Arten von Begonia. Bey jener nemlich ist die blassgrüne Unterseite der Blätter voll von röthlichen Puncten, die unter beträchtlicher Vergrösserung fast ganz aus Poren bestehen, welche klumpenweise liegen (Verm. Schr. IV. 30.). Bey Begonia spathulata, discolor, nitida, heracleifolia u. s. w. finden sich ähnliche Puncte, nur von weisser Farbe, auf der sonst grünen unteren Blattseite, die aus vier, sechs und mehr, dicht beysammenstehenden, Poren gebildet werden (Viviani della strutt. 151. t. I. f. 4.): bey Beg. argyrostigma jedoch sind diese dem grössten Theile nach vereinzelt. Nach Decandolle finden sich ähnliche Porengruppen bey Crassula cordata und arborescens, wo sie gleichfalls dem unbewaffneten Auge als runde Puncte erscheinen (A. a. O. 83.). Wo aber die Blätter mit Poren versehen sind und dabey eine entschiedene Verschiedenheit der Ober- und Unterseite zeigen, kommen diese im Allgemeinen an der Unterseite, entweder allein, oder doch in bedeutend grösserer Zahl, als an der Oberseite vor. Wo diese Verschiedenheit aber minder ausgezeichnet ist, haben beyde Blattseiten eine ziemlich gleiche Zahl von Poren und nur unter ganz besonderen Umständen kommen sie allein auf der Oberseite vor. Demzufolge hat die untere Blattseite allein die Poren bey Dicotyledonenblättern von harter, lederartiger Consistenz z. B. Hedera, Helleborus, Pyrola; dann bey dicotyledonischen Bäumen und Sträuchern, deren Blätter sehr in die Breite gedehnt sind, Vitis, Ribes, Lonicera, Pelargonium und endlich bey Farrenkräutern mit breiten, zerschnittenen oder zusammengesetzten Blättern. Auf der oberen und unteren Blattseite in ziemlich gleicher Anzahl finden sich die Poren bey den Farrenkräutern mit klappigen Kapseln, deren Blätter keinen Unterschied beyder Flächen zu zeigen pflegen z. B. Botrychium, Lycopodium, Tmesipteris; bey Monocotyledonen mit sehr schmalen, in ihrem natürlichen Stande aufgerichteten Blättern, den Grüsern, Palmen, Asparaginen, Junceen, Irideen, Liliaceen u. s. w.; ferner bey den Monocotyledonen aus den Familien der Scitamineen und Aroideen, und

Digitized by Google

endlich bey den Dicotyledonen mit fleischigen und saftigen Blättern oder wo sonst beyde Blattseiten sich gleich sind z. B. bey den einfachblättrigen Acacien (Verm. Schr. IV. 29.), woran Neuholland so reich ist. Ueberhaupt kommen, nach Brown's Bemerkung, in diesem Lande Blätter mit Poren beyder Oberflächen häufiger vor, als in irgend einem Theile der Welt (Bot. Mag. 3594.). Indessen leiden die angegebenen Hauptsätze mancherley Ausnahmen und es kommen besondere Umstände dabey vor, die nicht wohl unter allgemeine Gesichtspuncte zu bringen sind (Rudolphi 77. 81.). Auf der oberen Blattseite allein endlich erscheinen die Poren bey Monocotyledonen- und Dicotyledonenblättern, deren Unterseite auf dem Wasser schwimmt oder mit einem, die Luft ausschliessenden, Ueberzuge versehen ist z. B. Nymphaea, Hydrocharis, Primula farinosa u. s. w. Die Nebenblätter, wenn sie krautartig sind, haben die Poren bald nur auf der einen Seite, bald auf beyden (Rudolphi a. a. O. §. 61.). Blattstiele haben sie nur, wenn sie blattartig, oder mit einem blättrigen Saume versehen sind (Dec. l. c. 81.). Der krautartige jährige Stengel hat häufig Poren, seltener der krautartige Theil der holzbildenden, wie z. B. beym Heidelbeerstrauche die jährigen grünen Zweige, deren Oberhaut ganz mit Poren besäet ist. Blattlose Stengel haben solche ebenfalls (Rudolphi §. 55.).

§. 275.

Es sind wahre Oeffnungen.

Es ist nunmehr der Bau der Poren etwas genauer zu erwägen. Alle Beobachter, welche solche einer Untersuchung durch das Microscop unterwarfen, bis auf Mirbel, erkannten den Längsstrich oder die Helle der Mitte für eine Spalte oder Oeffnung: so betrachteten sie daher Grew, Gleichen, Hedwig, Comparetti, Sprengel, Kroker, Link, Rudolphi, Decandolle und Mirbel selber in seinen früheren phytotomischen Schriften. Erst in einer Abhandlung über die Labiaten (Ann. du Mus. XV. 1810.) dünkte diese Meynung ihm nicht gehörig begründet und die Oberhaut erschien ihm da, wo die Oeffnung angegeben ward, nicht un-

Digitized by Google

terbrochen. Dagegen bemerkte er eine Hervorragung über die Fläche der Epidermis an diesen kleinen Organen und er fand dadurch Veranlassung, sie für sehr kurze und breite Organe zu halten. Wirklich erschienen auch Haare an mehreren Gewächsen in der Verkürzung unter dem Microscope betrachtet, ganz wie Poren von rundem Umfange: indessen scheint Mirbel doch der Sache nicht gewiss gewesen zu seyn, denn in einer späteren Schrift wird nur im Allgemeinen die Oeffnung von ihm in Zweifel gestellt (Elemens I. 36.). Aber die vortrefflichen Darstellungen, wodurch I. P. Moldenhawer die wahre Entstehung der Oeffnung, so wie den Antheil der umgebenden Theile an ihrer Bildung bey mehreren Gewächsen zeigte (Beyträge 94 u. folg.), waren geeignet jeden Zweifel an ihrer Existenz zu beseitigen und es muss daher ungemein auffallen, wenn man lieset: die spaltförmigen Oeffnungen der Oberhaut erscheinen als solche bey einer oberflächligen Beobachtung, genauer betrachtet sey die Spalte durch eine feine Membrane geschlossen (Nees v. Esenbek Handb. d. Bot. I. 619.). Nicht minder befremden muss es, wenn Meyen den Verfasser den ersten nennt, welcher diese Oeffnungen von Neuem angefangen habe zu bezweifeln, worin Link und Mirbel ihm gefolgt seyen (Phytotomie 107). Was insbesondere Link betrifft, so ist aus dem, was dieser über das Organ sagt (Elem. Ph. bot. 225.) nicht ersichtlich, ob er die Oeffnung noch, wie in früheren Schriften, anerkenne, oder aufgegeben habe. Meyen hat, um die bloss scheinbare Existenz derselben darzuthun, eines andern Arguments, als Mirbel, sich bedient. Es soll nemlich die Spalte durch eine vorliegende Zelle in der Art verschlossen seyn, dass die beyden Zellen, welche durch ihr Klaffen die Spalte bilden, auf ihr befestiget sind. Auch Turpin hat sich gegen die Oeffnung ausgesprochen (Ann. d. l. Soc. d'Horticult. IV.) und R. Brown lässt solche wenigstens nicht für alle Fälle z. B. nicht für Xylomelum, zu (Suppl. Prodr. n. Holl. 3. 31.). Raspail hält das Organ für eine Drüse oder ein Bläschen, welches eine Flüssigkeit, ähnlich der vom Pollen, enthalte (N. Syst. d. Chim. org. 404). Viviani findet blinde Poren an den Blättern einiger Saftgewächse (Strutt.

Digitized by Google

d. org. elem. 156.), indem er sie mit den Wärzchen derselben verwechselt, und es ist dieses keiner von den grössten Irrthümern dieses Werkes. Abgesehen davon, haben Untersuchungen von mir (Verm. Schr. IV. 31.), die Richtigkeit der Beobachtungen Moldenhawer's im Allgemeinen hinlänglich, wie ich glaube, bestätiget. Auf eine noch mehr in die Augen fallende Weise ist der Beweis für die Oeffnung durch Amici (Ann. d. Sc. nat. II.) und Ad. Brongniart (Rech. s. l. feuilles l. c. XXI.) geführt worden und in Folge fortgesetzter Untersuchungen hat Mirbel seinen früheren Zweifel an der Existenz derselben, wenigstens für Marchantia polymorpha, zurückgenommen (Rech s. l. Marchantia l. c.). Auch Unger (A. a. O. T. I. F. 6. 7.) und Herm. Kroker (L. c. t. I—III.) haben Darstellungen gegeben, welche die Richtigkeit jener Ansicht darthun und Mohl hat die Bedenken, welche von Brown nach Betrachtung einiger Gewächse aus der Proteenfamilie dagegen erhoben waren, ebenfalls beseitiget (Ueb. d. Spaltöffnungen d. Proteaceen; N. A. N. C. XVI. P. 2.), indem er zeigte, dass, der ungewöhnlichen Form ungeachtet, worin die Poren hier erscheinen, der von den früheren Beobachtern anerkannte Bau derselben auch hier nicht fehle.

§. 276.

Und zwar zwischen zwey oder mehreren Zellen.

In den älteren Beschreibungen und Abbildungen der Poren werden solche gemeiniglich vorgestellt als spaltförmige Oeffnungen, welche sich innerhalb einer Zelle der Oberhaut in der Art befinden, dass sie weder auf der einen, noch auf der andern Seite den Rand der Zelle erreichen. So finden wir solche daher bey Gleichen, Hedwig, Kroker, Sprengel, Rudolphi, Mirbel und Andern geschildert und Hedwig macht auf diesen Bau ausdrücklich aufmerksam, von welchem er nur bey den Gräsern eine Ausnahme fand. Moldenhawer hat das Verdienst zuerst gezeigt zu haben, dass diese Spalte eigentlich zwischen zwey länglichen, noch saftvollen Zellen, die in eine Lücke der Oberhaut eingefügt sind, und um welche deren Zellen genau zusammen-

Digitized by Google

schliessen, gebildet werde; und zwar dadurch, dass diese saft-erfüllten Zellen nur Oben und Unten verbunden sind, in der Mitte aber nicht, wo sie also sich von einander entfernen und eine schmälere oder breitere Oeffnung bilden können (Beytr. 94 u. folg.). Er überzeugte sich, dass diese Verbindung an den beyden Enden der Spalte immer angedeutet werde durch eine bis an den Rand des Organs verlängerte dunkle Linie, wo dasselbe auch häufig mit einer Emarginatur abgebildet worden, dass also die Ansicht, vermöge deren die Spaltöffnung von einem Ringe besonderer Art umgeben seyn soll, auf einer mangelhaften Beobachtung beruhe. In manchen Fällen wird nach Moldenhawer das Organ von mehr als zwey Zellen gebildet, welche die Lücke der Oberhaut ausfüllen z. B. bey Tradescantia von sechs: aber in diesem Falle haben nur die Zellen, welche zunächst die Spalte einschliessen, die dem Organ eigenthümliche Farbe (A. a. O. Taf. V. Fig. 4—7.). Die später, besonders mit Beyhülfe verticaler Blattabschnitte, von mir gemachten Untersuchungen (Verm. Schr. IV.) haben diese Ansicht vollkommen bestätiget. Der Durchschnitt, wenn er eines dieser Organe getroffen hatte, zeigte die beyden Seitenzellen, welche durch ihre Zusammenfügung die Spalte bilden, nur eine an der andern liegend, ohne verwachsen zu seyn (Taf. I. Fig. 7.). Bedeutendere, von Amici und Ad. Brongniart angewandte Vergrösserungen haben diesen Bau deutlicher gemacht, ohne etwas wesentlich Neues darüber zu lehren. Zu gleicher Zeit nahm ich wahr, dass die Oberhaut weit häufiger, als man bis dahin beobachtet, aus mehreren Zellenlagen bestehe, und dieses konnte nicht ohne Einfluss für die Bestimmung des Baus der Poren seyn. Es fanden sich nemlich bey doppelter Lage von Zellen die Poren nur der einen derselben eingefügt und zwar in einem Falle der äussern, in einem andern der innern Lage, wobey die andere stets eine, dem Porus genau entsprechende, Lücke besass. Spätere Beobachtungen haben auch diese Verschiedenheit bestätigt; ich fand z. B. bey Zamia die Porenorgane der innern, bey Begonia der äussern Zellenlage der Epidermis der untern Blattseite eingefügt. Endlich haben die Untersuchungen von Mohl (N. A. N. C. XVI.)

Digitized by Google

gelehrt, dass der Fall von Zamia bey den Proteaceen vorzüglich häufig vorkomme, wobey die Ränder der Oeffnung in der äusseren Zellenschicht zuweilen verlängert und auf eine eigenthümliche Weise gewölbt sind. Davon hat auch Herm. Kroker einige Abbildungen gegeben.

§. 277.

Mittel, sich davon zu überzeugen.

Es erhellet aus diesen Beobachtungen zur Genüge: dass die Vermuthung Mirbels, es mögen Haare, in der Verkürzung gesehen, für Poren gehalten seyn, ohne Grund ist. Nicht nur nimmt man bey solchen Queerschnitten in den meisten Fällen keine Erhöhung des Organs über die Fläche der Oberhaut wahr, sondern oftmals ist dasselbe sogar in eine Vertiefung eingesenkt. Das Wesentliche desselben ist daher ein Beysammenliegen zweyer, gleich grosser, grünsaftiger Zellen in der Fläche, so dass ihre Getrenntheit manchmal durch eine dunkle Linie bezeichnet ist, manchmal aber durch eine Oeffnung, die jedoch dann nur in der Mitte Statt findet. Dass man daher diese vielmals nicht wahrnimmt, kann kein Grund dagegen seyn: denn um nicht anzuführen, dass man die Spalte zuweilen geöffnet, zuweilen geschlossen an einer und der nemlichen Pflanze wahrnehmen wollen: so gelang es Brongniart sie zu erweitern, dadurch, dass er ein Stück Oberhaut in Salpetersäure legte, wodurch sich die beyden Zellen, welche den Porus bilden, zusammenzogen (L. c. 9. t. 6. f. 5—8.). Eben so wenig von Bedeutung ist, dass die Oeffnung zuweilen durch eine körnige Materie verstopft erscheint, wie bey den Poren der Nadelhölzer bemerkt wird (Brongniart l. c. t. 18. f. 1. 2.). Anders jedoch würde sich die Ansicht, wenn, wie behauptet worden, die Oeffnung durch ein darin ausgespanntes Häutchen verschlossen wäre. Nun hat zwar Brongniart keine Spur davon bemerkt, wenn es ihm gelang, von der Epidermis unentwickelter Blätter von Lilium album eine Portion so abzutrennen, dass der Riss mitten durch einen Poren ging, also jenes Häutchen auch hätte treffen und sichtbar machen müssen (L. c. 9. t. VI. f. 1. 5.): allein, um noch mehr Gewissheit zu haben, legte ich

Digitized by Google

von Tradescantia crassula ein Stück Oberhaut, völlig befreyet von dem unterliegenden Parenchym, während 24 Stunden in Wasser, welches mit Dinte geschwärzt war. Dann spülte ich es so lange in stets erneuertem Wasser aus, bis dieses völlig rein und farbelos blieb, und beobachtete das Präparat nun unter dem Microscope. Die ganze Haut zeigte sich verdunkelt und grau, mit Ausnahme der, etwas erweiterten Spalte. Diese hatte ihre völlige Reinheit und Transparenz behalten, da doch, wenn eine Haut sie verschlösse, diese eben sowohl hätte geschwärzt werden und an Durchsichtigkeit verlieren müssen. In manchen Pflanzen ist nun freylich die Oeffnung dermaassen weit, dass selbst die Gegner derselben sie nicht zu läugnen wagten z. B. in Marchantia. Die Ansicht von Meyen endlich, dass das Porenorgan auf einer oder mehreren Zellen befestiget und hiedurch der Porus von unten verschlossen sey, ist weder durch die von ihm gegebenen Abbildungen (A. a. O. Taf. II. III.), noch durch andere Gründe gerechtfertiget, und alle Erfahrung ist dagegen. Bey Tradescantia discolor, wo dergleichen vorkommen soll, habe ich mich vergeblich bemühet, die verschliessenden Zellen wahrzunehmen, wenn ich die Oberhaut in der Fläche von der Unterseite betrachtete, und eben so wenig zeigte sich davon an Queerschnitten des Blattes dieses, wie anderer, Gewächse die geringste Spur. Auch kein anderer mir bekannter Beobachter hat etwas der Art wahrgenommen.

§. 278.

Sie führen in Höhlen des Blattparenchyms.

J. P. Moldenhawer bemerkt, man werde bey Tradescantia virginica, wenn man zugleich mit der Oberhaut des Blattes einige Schichten von Parenchym abtrenne, darin unter jedem Porus eine verhältnissmässig grosse Höhle gewahr, die mit andern Höhlen im Parenchym Gemeinschaft habe (A. a. O. 97.). Beobachtungen darüber von mir (Verm. Schr. I.) haben die grössere Allgemeinheit dieser Verbindung, wie ich glaube, gezeigt: immer entspricht dem Porenorgan, auf welcher Blattseite es sich auch befinde, eine Lücke des zunächst anstossenden Parenchyms und wenn man einen in der

Digitized by Google

Fläche geführten Abschnitt vom Blatte so betrachtet, dass die Oberhaut dabey zu unterst am Objectenglase liegt, so siehet man in die Höhle hinein und erblickt im Grunde derselben den Poren. Dass aber diese Höhlen nicht bloss von Aussen nach Innen eindringen, sondern auch seitwärts mit andern in Verbindung stehen, lehren Schnitte, welche queer durch das Blatt geführt worden. Bey Begonia, wo die Poren gewöhnlich gruppenweise beysammen stehen, befindet sich eine solche Gruppe über einer beträchtlich grossen Höhle der darunter liegenden Zellenlagen (Herm. Kroker l. c. t. III. f. 40.). In jedem Falle also setzt die Anwesenheit der Poren Höhlen im Zellgewebe voraus und da diese vorzugsweise an der unteren Blattseite vorkommen, so sind auch die Poren hier am häufigsten: doch fehlen, wo diese an der Oberseite anzutreffen sind, dann auch jene, des gedrängteren Zellenbaues ungeachtet, nicht. Umgekehrt aber schliesst die Anwesenheit der Höhlen nicht immer auch die der Poren ein, wie bey Scolopendrium officinale, wo das Parenchym beyder Blattseiten gleich höhlenreich ist und doch nur die untere die Poren hat, oder wie bey Nymphaea, Hydrocharis, Trapa, wo die obere Blattseite, welche allein die Poren besitzt, minder häufige und grosse Höhlen hat, als die, aller Poren ermangelnde, Unterseite. Indessen kann man sie in diesem Falle auch als Fortsetzungen von denen der Oberseite betrachten. Dass nun diese Höhlen niemals einen Saft, sondern blosse Luft enthalten, darüber sind alle Beobachter, von denen ich nur Moldenhawer, Amici, Brongniart, Mohl nenne, einig und man erkennt solche an einem flachen Blattabschnitte, gleich nachdem er unter Wasser gebracht ist, leicht an den dunkeln Rändern der Höhle, welche nach und nach, so wie das Wasser eindringt, heller werden. Diese Luft ist also einerseits vom Safte der Parenchymzellen bloss durch deren sehr feine Membran geschieden, was ihre Einwirkung auf den Saft nicht hindert, andrerseits kann sie mit der atmosphärischen Luft, wiewohl auf eine beschränkte Weise, communiciren. Besteht demnach das Wesentliche der Poren darin, dass durch sie eine Lücke des Parenchyms sich öffne, mit einer Einrichtung, wodurch dieses vor zu jäher Einwir-

Digitized by Google

kung der Atmosphäre geschützt ist, so muss man, wie ich glaube, die sonderbaren Organe in der Epidermis vom Oleander, worüber die Meynungen so getheilt gewesen, ebenfalls zu den Poren rechnen. Es sind dieses halbrunde Vertiefungen, welche sich durch die, aus drey bis vier Zellenlagen bestehende, Oberhaut der unteren Blattseite bis ins höhlenreiche Parenchym erstrecken und deren Rand und Seiten mit Haaren besetzt sind. Rudolphi wollte solche nicht für Poren, wofür Ant. Kroker sie hielt, anerkennen; er behauptete, an der Oberfläche dieser Höhlungen sehe man erst die eigentlichen, sehr feinen Poren (Anat. d. Pflzen 95.). Allein Ad. Brongniart konnte so wenig diese, als andere, auf gewöhnliche Art gebildete Poren hier wahrnehmen. Nach ihm vertreten daher jene Höhlungen deren Stelle, indem sie auf gleiche Art der Luft den Zugang zum Parenchym gestatten, mit dem Unterschiede, dass derselbe hier durch Haare, dort durch eine wenig geöffnete Spalte der Oberhaut, beschränkt ist. Was ich über diese Organe beobachtete, stimmt mit Brongniarts Wahrnehmungen ganz überein; auch dient zur Bestätigung der dadurch gewonnenen Ansicht, dass hier die untere Blattseite in ihrer Verrichtung sich ganz, wie eine verhält, die mit Poren versehen ist.

§. 279.

Ihre Bestimmung im Allgemeinen.

Saussure der Aeltere hielt die Poren sowohl zur Ausscheidung, als zur Absorption, doch vorzüglich zu dieser letzten Verrichtung, geeignet (Bonnet Oeuvr. II. 276.). Gleichen glaubte in ihnen die männlichen Befruchtungstheile des Engelsüssfarrns und der Mauerraute gefunden und dabey wahrgenommen zu haben, dass die Spalte sich öffne und, nachdem die befruchtende Materie ihren Ausweg genommen, sich wieder schliesse (Nouv. Decouv. II. 36.). Hedwig widerlegte diese Ansicht, indem er jene Organe auch auf den Blättern von andern, als Farrenkräutern, antraf. Er hielt sie für Werkzeuge der Ausdünstung und nahm zu diesem Behufe eine Verbindung der Lebensthätigkeit zwischen ihnen und den von ihm sogenannten lymphatischen Gefässen

Digitized by Google

der Oberhaut an (Kl. Abhandl. I. 129.). Comparetti sah ein Porenorgan auf der einen Seite einem Spiralfaden befestiget, und er scheint die Poren, welche er mit den Stigmaten der Insecten und Würmer übereinstimmend fand, ebenfalls für Respirationsöffnungen zu halten (Prodr. d. fis. veg. 7. 8.). Schrank, Humboldt, Kroker, Sprengel und Rudolphi betrachten sie ausschliesslich als Organe der Einsaugung und besonders hat Rudolphi eine Reihe von Gründen aus der Erfahrung, denen jedoch Sprengel keine überzeugende Kraft zugesteht, für diese Ansicht aufgestellt (A. a. O. §. 73.). Link findet es höchst wahrscheinlich, dass sie zur Excretion irgend einer Materie festerer Art dienen, über welche er sich nicht weiter erklärt (Nachtr. I. 36.). J. P. Moldenhawer hingegen glaubt sie am meisten geöffnet gefunden zu haben, wenn die Ausdünstung nach bekannten Erfahrungen am stärksten war (Beytr. 98.), und er scheint sie demnach für die Organe dieser Lebensverrichtung zu halten. Was Oben über den Bau derselben ausgemittelt ist, verglichen mit demjenigen, was weiter Unten über die Ausdünstung vorkommen wird, giebt dieser Meynung ein entscheidendes Uebergewicht. Ist nemlich die Oberhaut ein für Flüssigkeiten im natürlichen Zustande undurchdringliches Organ, sind die Poren Oeffnungen in derselben, welche in luftvolle Höhlen eines mit Saft erfüllten Zellstoffes führen und dünsten nur solche Blattseiten aus, deren Oberhaut damit versehen ist, so kann nicht bezweifelt werden, dass sie die allgemeinen und gewöhnlichen Organe dafür seyen (Verm. Schr. I.). Damit streitet keinesweges, dass sie unter andern Umständen ein entgegengesetztes Verhalten beobachten und eine wässerige Flüssigkeit aus der Luft bey eigenem Mangel daran aufnehmen können, wiewohl dieses keine natürliche Verrichtung und noch weniger ein Theil des Ernährungsprocesses zu seyn scheint. Sir Jos. Banks glaubte, dass durch sie auch der Saame des Rostbrandes (Uredo segetum) Eingang in die Pflanzen finde, indem er in den Höhlen des Zellgewebes, zu denen sie führen, sich entwickle und eine parasitische Vegetation, ähnlich der Mutterpflanze, hervorbringe (On the Blight in Corn 6. F. 6. 7. 8.).

Digitized by Google

§. 280.

Haare, ihre Form und Farbe.

Eine Bekleidung, welche die Pflanzen mit den Thieren gemein haben und die an beyden nur auf der Oberfläche vorkommt, sind die Haare. Es besitzen sie nicht bloss solche Pflanzentheile, die mit einer Oberhaut versehen sind, nemlich die grünen, blatt- und stengelartigen, sondern auch jene, welche der Oberhaut und der grünen Farbe entbehren, die Wurzel, die Blumenkrone, die Narbe u. s. w. Hier soll indessen nur von den Haaren, die Fortsätze der Oberhaut sind, geredet werden. Nicht nur Phanerogamen sind damit begabt sondern auch Cryptogamen, besonders die Farrenkräuter z. B Gymnogramma, Aspidium, Salvinia: doch auch einzelne Moose z. B. Marchantia, Orthotrichum. Ihre allgemeine Form ist die fadige, aber diese zeigt eine grosse Mannigfaltigkeit besonderer Bildungen, wovon nur ein kleiner Theil von Guettard (Hist. de l'Acad. d. Sc. 1745. Obs. s. l. pl. I.) und Schrank (V. den Nebengef. d. Pflzen.) angegeben worden sind. Man unterscheidet einfache, ästige, sternförmige Haare. Die bey weitem häufigere Form sind die einfachen; sie sind gerade, hakenförmig gekrümmt oder gekräuselt; sie sind angedrückt, abstehend oder zurückgebogen; sie sind gleichförmig oder an der Spitze kolbig verdickt, was Alles für die Unterscheidung der Species, in Ermangelung anderer Merkmale, von Wichtigkeit seyn kann. Von ästigen Haaren sind die gabelförmigen die häufigste Form, aber die merkwürdigsten sind die gefiederten z. B. von Hieracium (Spreng. v. Bau Fig. 33. b.) und die wirbelförmigen von Verbascum Thapsus (Guett. Obs. t. IV. f. 12.). Die sternförmigen Haare haben fast immer eine gewisse Steifigkeit und sie bilden den Uebergang in die Schuppen, welche den grauen oder weissen Ueberzug so mancher Gewächse bilden, indem ein häutiger Zusammenhang zwischen den Strahlen eintritt, der nach und nach vollständiger wird. Die Besonderheiten in Bau, Färbung, Adhäsion dieser Schuppen, so wie die Art ihres Vorkommens bey Gewächsen, hat Rudolphi sehr sorgfältig erwogen (A. a. O. §. 79—81.). Zuweilen findet man Haare von verschiedener Form auf Blättern und Stengeln

Digitized by Google

der nemlichen Pflanze z. B. einfache und sternförmige bey Potentilla incana, einfache und gefiederte bey Hieracium Pilosella. Die Haare, welche Anhänge der Oberhaut sind, haben, so wie sie, fast niemals eine grüne Farbe: entweder sind sie farbelos und dieses ist der häufigste Fall oder sie kommen nur von einer schmutzigen Rostfarbe vor, wie bey Ledum palustre und Solanum insanum, während die schöneren Färbungen von Roth, Blau, Violet den Haaren von Blüththeilen eigenthümlich sind. Nur in wenigen Haaren, sagt Decandolle, findet man Chromula, z. B. nach Röpers Beobachtung in einigen von den Haaren der Kürbisse (Phys. veg. II. 892.).

§. 281.

Innerer Bau der Haare.

Was den inneren Bau der Haare betrifft, so sind vor Allem die gegliederten und gliederlosen zu unterscheiden. Die gegliederten Haare sind als Zellen anzusehen, welche sich mit den Enden in eine oder mehrere Reihen zusammengefügt haben: sie sind immer weicher, als die gliederlosen, welche als einzelne, oder bündelweise stehende fibröse Röhren betrachtet werden können. Man findet diese bey einigen Familien z. B. bey den Grüsern, durchgängig und mit Ausschluss der andern Form. In beyden Fällen hat das Haar einen Canal, der zu gewissen Zeiten und bey gewissen Bildungen für tropfbare Flüssigkeiten gangbar ist, deren Bewegung durch die Zellenscheidewände, welche Folge des gegliederten Baues sind, nicht gehindert wird. Oefter aber enthält die Höhle nur noch Luft, die man in Gestalt von Blasen darin wahrzunehmen pflegt, wenn man ein Haar unter Wasser durch das Microscop betrachtet. Zuweilen bilden mehrere Zellenreihen das Haar, wie bey den Begonien; zuweilen, wie bey Luzula, liegen darin, wie in einem Bündel, mehrere fibröse Röhren der Länge nach an einander (Herm. Kroker l. c. f. 52.). Guettard und Duhamel (Phys. I. 185.) stellen, wie es scheint, als allgemeines Vorkommen auf, dass die Haare aus einer verdickten Basis entspringen, die durch eine Erhöhung der Oberhaut gebildet wird: allein Schrank (A. a. O. 4.)

Digitized by Google

bemerkt mit Recht, dass dieses keinesweges immer der Fall sey. Wo ein solcher Bulbus vorhanden ist, wie z. B. bey Momordica Elaterium, Echium, Borrago und andern Cucurbitaceen und Asperifolien, besteht er aus mehreren in einen Kreis gestellten Zellen (Schrank a. a. O. T. I. F. 2. Sprengel v. Bau T. VII. F. 33. a.), welche die Absonderung eines Saftes zu bezwecken scheinen. Insofern nähert dieser Bau schon dem drüsigen sich an. Im gewöhnlichen Falle sind die Haare mit Link und Rudolphi als einseitige Verlängerungen des Zellgewebes der Oberhaut, welches dabey freylich verändert ist, zu betrachten. Es ist nemlich von den sonst platten Zellen da, wo ein Haar auf steht, eine Zelle bauchig, spitzet sich mehr oder minder zu, und gewinnt einen oder mehrere fadenförmige Fortsätze. Betreffend den weitern Zusammenhang des Haars, so habe ich niemals, wie Ant. Kroker (L. c. 23.), an der innern Seite der Oberhaut, wenn sie von allem Parenchym gereinigt war, eine Oeffnung des Haars wahrgenommen. Vielmehr erschien jene hier ohne alle Unterbrechung (Verm. Schr. IV. 34. T. 1. Fig. 20.); was von Herm. Kroker für die Blatthaare von Veratrum album und Nerium Oleander bestätigt wird (L. c. f. 19. 36.). Eben so wenig findet sich im Allgemeinen, wo ein Haar abgeht, am Parenchym der entsprechenden Blattfläche ein besonderer Bau. Nur bey Begonia hirsuta und Borrago orientalis sah ich dasselbe an der Oberseite, gerade unter dem Ursprunge eines Haars, in einen spitzen Hügel sich erheben, ohne dass dieser jedoch, wie es Bischoff annimmt (Bot. Terminol. 563.), in den Anfang des Haares selber übergegangen wäre. An der Unterseite indessen, so wie an Blattdurchschnitten anderer Gewächse, bemerkte ich nichts davon. Unähnlich also dem, was bey den Poren der Oberhaut Statt findet, communicirt der Canal des Haars keinesweges mit dem Parenchym und den darin enthaltenen Säften, sondern beschränkt sich bloss auf die etwanigen Höhlungen der Oberhaut selber. Noch weniger steht die Höhle des Haars mit den Lufthöhlen des Blattparenchyms in Verbindung oder ist eine Fortsetzung derselben, wie Dutrochet (Ann. d. Sc. nat. XXV. 248.) annimmt.

Digitized by Google

§. 282.

Art ihres Vorkommens.

Betreffend das Vorkommen der Haare, so haben junge Blätter solche häufiger, als ausgewachsene, entweder weil durch das Auswachsen der Blätter die Fläche, worauf die Haare stehen, vergrössert wird, oder weil die Haare auf dem völlig ausgebildeten Blatte abfallen, ohne dass ihrer neue entständen. Am oberen Theile des Krautes befinden sich ihrer gemeiniglich mehr, als am unteren und oft ist die ganze Pflanze glatt mit Ausnahme der Blüthenstiele und Kelche, welche behaart sind. Fleischige Gewächse sind minder behaart, als trockne; wildgewachsene Pflanzen mehr als cultivirte; auf Bergen, im Sande, an einem sonnenreichen Standorte gewachsene mehr, als solche, die in der Ebene, in Gründen, im Schatten, auf fettem Boden vegetirt haben. Auswüchse, welche an den Spitzen der Zweige durch den Stich eines Insects hervorgebracht werden, pflegen sehr behaart zu seyn; dergleichen finden sich z. B. bey Veronica Chamaedrys, Thymus Serpyllum, Galium verum. Sternförmige Haare nimmt man vorzugsweise bey Pflanzen wahr, die sehr trockne Standörter beobachten und ein trocknes Parenchym besitzen z. B. Draba, Alyssum, Statice u. s. w. In diesem Vorkommen zeigt sich oft eine Uebereinstimmung mit dem Vorkommen der Poren, oft aber stehen darin beyde Organe in einer Art von Gegensatze. Gleich den Poren nemlich kommen die Haare am gedrängtesten auf jungen unausgewachsenen Blättern, niemals aber auf Blättern und Stengeln der eigentlichen Wasserpflanzen vor d. h. auf solchen, wo diese Theile immer von Wasser umgeben sind. Wie die Poren nehmen die Haare vorzugsweise die untere Blattseite ein, nur sehr selten bloss die Oberseite, wie bey Begonia argyrostigma. Auch findet man beyde unter einander auf der nemlichen Blattfläche. Aber andrerseits stehen die Haare in grösserer Menge und oft nur allein auf den Adern oder am Rande des Blattes, wo dagegen die Poren nie anzutreffen sind. Das Vorkommen der Haare ist sehr wechselnd und steht mit dem Standorte in Beziehung: die Anwesenheit und Vertheilung der Poren hingegen ändert

Digitized by Google

sich nicht, sondern hängt mit ursprünglicher Conformation zusammen. Blätter, deren Haare so gedrängt sind, dass sie einen Filz ausmachen, haben der Poren so wenige, dass selbst ihre Existenz von Rudolphi in Zweifel gezogen worden ist. Die Bestimmung und Verrichtung der Haare muss daher eine andere, als die der Poren seyn.

§. 283.

Ihre Bestimmung.

Grew hält die Haare auf den Blättern bloss dazu bestimmt, ihnen Schutz einerseits gegen die Kälte, andrerseits gegen die Nässe zu gewähren (Anat. 149.); Malpighi vermuthet, dass sie ausserdem die Bestimmung haben mögen, dem Uebermaasse von Nahrungssaft eine Ableitung zu gewähren (Opp. I. 138.). Duhamel hält sie für Organe der Einsaugung (Phys. I. 183.), weil dieses Geschäft so gut im Pflanzenreiche Statt haben müsse, als bey den Thieren, und die Haare ihm dazu vollkommen geeignet scheinen. Die meisten Neuern jedoch, von Hedwig und Schrank bis auf unsere Zeit, halten die Haare für Werkzeuge der Ausdünstung und das Vorkommen derselben an blattartigen Oberflächen und Pflanzen, welche stark ausdünsten, so wie ihre Abwesenheit an Pflanzentheilen, welche wenig oder nicht transspiriren, schien diese Idee zu begünstigen. Link ist geneigt, alle Haare, welche gegliedert sind, für Werkzeuge der Ausdünstung, hingegen die ungegliederten für einsaugend zu halten (Krit. Bemerk. 27.). Allein der Umstand, dass Blätter, welche nicht ausdünsten, gemeiniglich glatt, hingegen solche, welche durch ihren Bau und den Standort für eine starke Ausdünstung sich eignen, gewöhnlich behaart sind, hat Decandolle zu einer der obigen entgegengesetzten Ansicht veranlasst, nemlich, dass die Haare vielmehr ein natürliches Hinderniss der Ausdünstung seyn mögen, insofern sie das Parenchym gegen die Wirkung des Sonnenlichts schützen (Org. I. 108.). Und diese Ansicht hat gewiss viel für sich. Unstreitig wird durch einen Ueberzug von Haaren nicht nur die Wirkung der die Transspiration erregenden Potenzen, des Lichts und der Wärme, auf die Blätter gemindert, sondern auch die Verflüchti-

Digitized by Google

gung der wäserigen Theile des Parenchyms zurückgehalten. In der That nimmt man an Blättern, die mit einem Filze überzogen sind, eine geringe Ausdünstung wahr, da sie doch, wenn die andere Ansicht gegründet wäre, hier am stärksten seyn müsste. Dazu kömmt, dass die Anatomie noch keinen Weg gezeigt hat, auf welchem Flüssigkeiten aus dem Parenchym, dem Sitze der Blattfeuchtigkeiten, in die Haare übergehen könnten, um hier ausgedünstet zu werden. Muss man also der Ansicht von Decandolle, dass die Haare vielmehr das Blatt gegen die Transspiration schützen, als solche bewirken, im Ganzen beytreten: so darf dieses dennoch, wie ich glaube, nur mit Einschränkung geschehen. Die Haare an den Wurzeln, welche denen am Kraute ganz gleich sind, können so wenig zur Ausdünstung dienen, als dagegen schüzzen; das Nemliche lässt sich von denen sagen, welche die, noch in der Knospe eingeschlossenen, Blätter bedecken. Man muss daher zu der Idee des Malpighi zurückkehren: dass die Haare an jugendlichen Theilen die Bestimmung haben, einerseits sie vor den Wirkungen der Atmosphäre und des Lichts zu schützen, andrerseits das Uebermaass der Säfte aus ihrem Zellgewebe aufzunehmen, abzuleiten, auszuführen: dass aber ihre Anwesenheit in ausgebildeten blattartigen Theilen, wo sie in der Regel völlig saftlos sind, sich bloss auf die schützende Wirkung beschränke. Auf diese Art erklärt sich, wie ich glaube, ihr Vorkommen, indem die untere Blattseite, die Nerven, die Ränder von den Theilen des Blattes in der Knospe die am meisten blossgelegten sind. Link hat seine Ansicht der Haare in seinen spätern Schriften modificirt: er hält sie nun nicht für Werkzeuge der Aussonderung allein, sondern für eine Art Ausscheidung der Oberhaut selber, für eine Verlängerung derselben, die eine Folge gehemmter Bildung seyn soll (Elem. Ph. bot. 238.).

§. 284.

Höhlen an der Oberfläche der Blätter bey Landpflanzen.

Ganz verschieden von jenen Höhlen der Blätter; deren bey Gelegenheit der Poren Erwähnung geschehen, sind die-

Digitized by Google

jenigen, welche mit einer Art von Oberhaut überzogen, sich nach Aussen öffnen. Am besten bekannt sind sie bey den Gattungen Nepenthes, Sarracenia, Cephalotus. Bey diesen nemlich bildet das Blatt oder ein Theil desselben einen becherförmigen Schlauch, der inwendig gefärbt, gewöhnlich purpurfarbig, äusserlich aber blattartig grün ist. Seine Oeffnung ist vom Befestigungspuncte des Blattes abgekehrt, und hat einen Deckel, der nur an einem Puncte, nemlich unten, dem Rande befestiget und im frühern Alter geschlossen, späterhin aber stets geöffnet ist. Im Besondern jedoch zeigen hiebey sich manche Verschiedenheiten. Bey Nepenthes destillatoria ist der vordere Theil des Blattes, welcher den Schlauch bildet, vom hinteren oder dem eigentlichen Blatte durch eine Ranke von beträchtlicher Länge getrennt (Bot. Mag. 2798.) und der Rand des an der Aussenseite flügellosen Bechers zurückgerollt. Die Wand des Schlauches fand ich von vielen und starken anastomosirenden Adern durchzogen, die zahlreiche Spiralgefässe enthielten. Im unteren, ungefärbten Theile der innern Fläche hingegen waren diese, bey einem auffallenden Glanze voll von drüsigen, abwärtsgekehrten Hügeln, auf deren jedem ein Loch der Oberhaut, fast schon mit blossen Augen, bemerkt ward (Zeitschr. f. Phys. III. 73. 74.). Bey Sarracenia purpurea bildet die untere Seite des Blattes den Schlauch, die obere einen Flügel, der breiter ist, wenn der Schlauch enger, schmäler wenn dieser weiter ist. Die innere Oberfläche des Schlauches bekleidet eine äusserst zarte Oberhaut, die am unteren Theile, wo sie am zärtesten, zahlreiche abwärts gekehrte Haare und keine Poren, am oberen Theile aber nur diese in bedeutender Anzahl und keine Haare enthält. Bey Cephalotus follicularis (Bot. Mag. 3118. 3119.) sind die Blätter, welche schlauchförmig gebildet, von denen, welche die gewöhnliche Bildung haben, getrennt und jene nehmen die Peripherie, diese die Mitte der Blätterrose ein. Die Schläuche haben an drey Puncten der Aussenseite einen längsherablaufenden Flügel und ihr Rand ist mit rothen borstenartigen, einwärtsgekrümmten Fortsätzen eingefasst. Weniger, und nur aus der Beschreibung und Abbildung von Wallich bekannt sind die Schläuche von Dischidia Rafflesiana

Digitized by Google

und Disch. clavata Wall. (Pl. asiat. rar. II. 35. t. 142.). Die auf Baumstämmen wachsenden Pflanzen treiben solche an ihren unteren Zweigen statt der dicken, saftigen Blätter, womit die oberen besetzt sind. Sie hängen von einem Stiele herab und haben, wo sie an demselben befestiget sind, eine Oeffnung, die jedoch mit keinem Deckel verschlossen ist. Ihre Aussenseite ist blattartig, die Innenseite aber dunkelpurpurfarben und völlig glatt. Merkwürdig ist, dass andere Arten von Dischidia, namentlich Disch. bengalensis, cuneifolia und nummularia, nichts davon besitzen. Einige Annäherung zu den beschriebenen Schlauchbildungen zeigt sich in einer Monstrosität, welche Bonnet an den Blättern von Blumenkohl und Gartencichorien beobachtete. Von dem Mittelnerven erhob sich, und zwar meistens an der Oberseite, doch auch zuweilen an der Unterseite, ein Stiel, der sich in einen oder mehrere, aus Blattsubstanz gebildete, Trichter endigte, die im letzten Falle von sehr verschiedener Grösse waren (Oeuvr. d'Hist. nat. II. 351. 492. t. 25. 32.). Decandolle hat etwas Aehnliches an Gleditsia sinensis wahrgenommen, deren Endblättchen sich zu einem Trichter umgestaltet hatten (Mem. Legum. t. 1. f. 5.), der jedoch auf der oberen Seite aufgeschlitzt war. Noch mehr Verschiedenheit im Vergleiche mit jenen Schläuchen, zeigen die gewundenen Höhlen in den fleischigen Schuppen von Lathraea Squamaria: dennoch kommen sie unter einem allgemeinen Gesichtspuncte mit ihnen überein. Diese Schuppen nemlich, welche die Stelle von Blättern vertreten, haben am Grunde auswendig Oeffnungen, so in unregelmässige Höhlen des Fleisches führen, deren Wände mit keulenförmigen Papillen besetzt sind (Bowman in Linn. Transact. XVI. 399. t. 22.).

§. 285.

Bey Wassergewächsen.

Auch bey Wassergewächsen fehlt es nicht an hohlen Anhängen der Blätter, so nach Aussen sich öffnen. Am bekanntesten ist davon die Gattung Utricularia, deren sämmtliche Deutsche Arten da, wo das Blatt sich theilt, ein kurzgestieltes schlauchförmiges Organ besitzen, dessen etwas verengerte

Digitized by Google

und vorgezogene Oeffnung nach der Spitze des Blattes gekehrt ist. Zwar hat Hayne zu bemerken geglaubt, dass bey Utricularia intermedia diese Blasen stets an den Würzelchen oder an dem blattlosen Stengel, nie an den Blättern, sich befänden (Schrad. Journ. 1800. I. 19.) und Link (Elem. 124.) will bey Utricularia vulgaris solche ebenfalls an den Wurzeln beobachtet haben: allein mit Recht schreiben Schmidel (Icon. et anal. 81.) und Koch (Deutschl. Flora I. 344.) solche nur den Blättern zu. Die Wände dieser Schläuche sind zellig ohne alle Gefässe. Ihre ziemlich kreisrunde Oeffnung fand der letztgenannte Beobachter mit keiner Klappe versehen; Link fand (L. c.) eine schiefe Oeffnung, deren Lefzen sehr genähert waren. Die Sache verhält sich aber so. Was als die rundliche Oeffnung des Schlauches erscheint, ist in der That mit einem dünnen, aussen etwas gewölbten, Blättchen von farbelosem Zellgewebe, worin die Zellen eine eigenthümliche, concentrisch-strahlige Stellung haben, in der Art verschlossen, dass nur am unteren Theile des Randes eine offene Spalte zwischen ihm und dem Deckel bleibt, die, wie es scheint, keiner Erweiterung und Verengerung fähig ist. Anders ist das Verhalten bey Aldrovanda vesiculosa L., welche Pflanze gewöhnlich mit den Utricularien zusammengestellt wird. Die länglich keilförmigen Blätter, welche pulpös und mit einem Mittelnerven versehen sind, enden jedes in fünf langgespitzte, gewimperte Segmente und wo die Theilung angeht, sitzt auf sehr kurzem Stiele jenes Anhängsel, welches von Monti, Decandolle, Pollini (Fl. Veron. III. 790.) und andern mit Unrecht eine Blase genannt wird. Es besteht nemlich aus zwey, durch die Fortsetzung des Mittelnerven getheilten, halbrunden Blattportionen, an denen man in der Nähe dieses Nerven zahlreiche drüsenartige Körper mit dunklerem Mittelpuncte gewahr wird, dergleichen auch an den eigentlichen Blättern vorkommen. Jene beyden Blattportionen, über deren Vereinigung der Mittelnerv noch hinausgeht und eine kleine Spitze bildet, sind in der Mitte etwas bauchig und liegen stets so auf einander, dass die Ränder genau correspondiren. Allein dessen ungeachtet kleben sie nur leicht zusammen und sind keinesweges verwachsen,

Digitized by Google

so dass ich an allen jüngeren, wie älteren Blättern, so ich untersuchte, sie mit wenig Mühe und ohne Riss zu trennen vermochte. Sie gleichen dann, die mangelnden Haare abgerechnet, aufs Vollkommenste den ausgebreiteten Blattanhängen von Dionaea muscipula. Wenn sie daher auch im zusammengelegten Zustande Luft oder Wasser einschliessen, so können sie dennoch nicht als Blasen, denen der Utricularien ähnlich, betrachtet werden.

Zweytes Capitel.

Wässerige Ausdünstung und Einsaugung der Blätter.

§. 286.

Ausdunstung und Verdunstung.

Es ist eine längst bekannte Erfahrung, dass ein beblätterter Zweig einer lebenden Pflanze, von ihr getrennt, in Kurzem an Gewicht verliert und dass er dabey den Körpern, die er berührt, oder die ihm zunächst liegen, eine Feuchtigkeit mittheilt, deren Maass nach Verschiedenheit der Umstände verschieden ist. Es verdunstet viel, sagt Mariotte (Ess. s. l. veg. 98.) von den Pflanzen, besonders an warmen Tagen; ein Weinschössling, eines Fusses Länge, verliert täglich mehr als zwey bis drey Löffel voll auf diese Art. Die ersten zusammenhängenden Versuche darüber verdanken wir Hales, dem später Guettard und noch später Senebier folgten. Aber schon Mariotte bemerkt, dass man das Trockenwerden z. B. eines, durch einen Mayfrost getödteten, Weinschösslings von der Verdunstung eines lebenden Zweiges wohl unterscheiden müsse und noch mehr hat Decandolle (Phys. I. 108.) auf den Unterschied dieser Phänomene auf-

Digitized by Google

merksam gemacht. Ein feuchter unbelebter Körper, einer trocknen Luft ausgesetzt, giebt seine Feuchtigkeit an diese ab und dieses wird sehr befördert, wenn die Luft warm ist und noch mehr, wenn sie durch einen Wind stets erneuert wird. Auch lebende Körper befinden sich in diesem Falle und, um hier nur bey den Pflanzen stehen zu bleiben, so vertrocknen bekanntlich lebende Wassergewächse, sowohl Phanerogamen, als Cryptogamen, sehr bald, wenn sie von Wasser entblösst sind, ohne dass sonst etwas mit ihnen vorgenommen worden. Gewisse, in einem stets feuchten Medium lebende Pflanzentheile z. B. Wurzeln, gewisse in feuchter Atmosphäre heerdenweise vegetirende Cryptogamen z. B. Moose, werden, wenn man sie in trockne Luft bringt, sehr bald trocken und dieses ebenfalls ohne getödtet zu werden. Wenn dagegen andere Pflanzen oder Pflanzentheile z. B. lebende Blätter von Phanerogamen, durch Gewichtsverlust, durch Wasserabsetzung an Körper, welche ihnen nahe liegen, oder sie berühren, zu erkennen geben, dass Wasser in Dunstgestalt von ihnen entweiche: so geschiehet dieses, ohne dass sie dabey trocken oder welk werden, vorausgesetzt nemlich, dass sie mit dem Stamme verbunden geblieben sind oder dass sie auf andere Art die von ihnen gegangene Feuchtigkeit wieder zu ersetzen vermögen. Im ersten Falle also geht die Entweichung wässeriger Materie in Dunstgestalt schnell und ohne Hemmung vor sich, so lange bis nichts mehr vorhanden ist: im zweyten hat sie ihr bestimmtes Maass, indem der Verlust sich von einer andern Seite immer wieder ersetzt. Jene erste Wirkung kann man die Verdunstung nennen: Decandolle bezeichnet sie (A. a. O.) als deperdition insensible. Die andere wird Ausdunstung zu nennen seyn: bey Decandolle heisst sie emanation, exhalaison aqueuse. Es ist jedoch die Gränze zwischen beyden nicht immer anzugeben. Die Früchte z. B. wenn sie trocken werden, scheinen solches mehr zu werden durch eine Verdunstung ihrer wässerigen Theile, als durch eine Ausdunstung und andrerseits ist bey Blättern, welche ausdunsten, auch einiger Verlust an Feuchtigkeit durch Verdunstung nicht zu läugnen. Wir werden uns für jetzt nur mit der Ausdunstung der Blätter beschäftigen: später wird sich Gelegenheit

Digitized by Google

darbieten, auch noch von der Verdunstung durch sie zu reden.

§. 287.

Verhältniss der Ausdunstung zu äussern Einflüssen.

Die Stärke der Ausdunstung richtet sich nach äusseren und inneren Bedingungen. Die äusseren Einflüsse, welche sie modificiren, sind: Wärme, Licht, eine gewisse Luftbeschaffenheit, die Tages- und Jahreszeiten. Die Transspiration wird sowohl durch die Wärme, als durch das Licht befördert: aber am stärksten ist sie, wenn beyde vereint ihre Wirkung ausüben. An warmen Tagen dunsten die Pflanzen weit mehr aus und bedürfen weit öfter des Begiessens zum Ersatze der verlorengegangenen Feuchtigkeiten: bey kühler Temperatur hingegen stockt ihre Transspiration und mit ihr die Consumtion von Wasser fast ganz. In Betreff des Lichtes bemerkte Guettard, dass von zween beblätterten Zweigen unter übrigens gleichen Umständen derjenige, auf welchen er das Sonnenlicht fallen liess, weit stärker transspirirte, als der, welchen er davor geschützt hatte, selbst wenn dieser sich in einer beträchtlich höheren Temperatur befand (Duhamel Phys. I. 145.). Auch Senebier bemerkte eine weit stärkere Ausdunstung im Sonnenlichte bey übrigens gleicher Wärme (Phys. veg. IV. 60.) und Decandolle glaubt aus einem Versuche schliessen zu können, dass hiebey das Sonnenlicht durch ein sehr verstärktes Lampenlicht sich ersetzen lasse. Senebier versuchte die Grösse des Unterschiedes der Transspiration, welche im Sonnenlichte und der, welche im Schatten Statt findet, auszumitteln, jedoch ohne ein constantes Resultat zu erhalten (A. a. O. 64.). Decandolle äussert die Ansicht (A. a. O. 111.), die Wärme bewirke die Verdunstung, das Licht die Ausdunstung der Blattflüssigkeiten: aber womit lässt sich dieses beweisen? Und ist nicht auch zur Bildung der Dünste im letzten Falle die Wärme erforderlich? Daher denn ist mit der Ausdunstung der Pflanzen vermöge bekannter physicalischer Gesetze stets eine Verminderung ihrer Wärme so wie der Temperatur ihrer Atmosphäre verbunden; daher werden lebende Pflanzen nie so sehr

Digitized by Google

erwärmt, als todte (Senebier a. a. O. 66.); daher verbreiten Bäume im Sommer unter ihrem Schatten eine so angenehme Kühlung. Betreffend den Einfluss der Luftbeschaffenheit, so befördert eine trockne Luft, ein hoher Barometerstand die Ausdunstung sehr; noch mehr geschieht dieses durch Bewegung der Luft, nemlich durch Winde. Von den Tageszeiten sind der Morgen und der Mittag der Transspiration am günstigsten: Abends vermindert sie sich und Nachts hört sie gemeiniglich ganz auf (Hales Stat. 20.). In Ansehung der Jahreszeiten ist sie unter gleichen Umständen im Frühjahre und Sommer am stärksten: im Herbste nimmt sie sehr ab und im Winter bemerkt man keine mehr (Seneb. a. a. O. 69.).

§. 288.

Und zu innern Bedingungen.

Betreffend die subjectiven Verhältnisse, welche die Ausdunstung modificiren, so steht solche im Allgemeinen mit der Anwesenheit der Blätter überhaupt, so wie mit der Grösse der Oberfläche, welche sie darbieten, im Verhältniss. In der nemlichen Zeit, wo beblätterte Zweige 15—30 Unzen Wasser einsogen und perspirirten, hatten andere von gleicher Art und Grösse, denen man die Blätter genommen, nur 1 Unze verbraucht und ein Apfel perspirirte ungefähr so viel, als zwey Blätter des nemlichen Baumes, was ungefähr gleiche Oberflächen gab (Hales veget. Stat. 29. 30.). Guettard fand, dass die Ausdunstung an Stärke abnahm, so wie er die Blätterzahl verminderte (Duham. I. 146.). Sehr zerschnittene Blätter dunsten mehr aus, als ganze, indem sie der Atmosphäre mehr Berührungspuncte darbieten und sie nehmen daher vorzugsweise den mittleren Theil der Pflanzen ein. Allein andrerseits richtet sie sich keinesweges allein nach der Grösse der Oberfläche, sondern es kommt auch vieles auf die Beschaffenheit der Blattsubstanz, so wie auf die Organisation der Fläche des Blattes an. Schon Hales bemerkte, dass die immergrünen Blätter z. B. von Citrus, und Guettard, dass die Saftgewächse z. B. die Arten von Cactus und Euphorbia, weniger transspirirten, als andere, deren Blätter

Digitized by Google

von mehr krautartiger Textur sind (Duham. l. c. 147. 149.). Bey Aloë Lingua, Hedera Helix und Prunus Laurocerasus war ich unter den nemlichen Umständen, wo häutige Blätter sehr transspirirten, nicht vermögend, eine Ausdunstung hervorzubringen, indem Glasscheiben, den Flächen der Blätter applicirt, völlig trocken blieben, wie sehr und wie lange auch das Sonnenlicht einwirken mochte (Verm. Schr. I. 177.). Decandolle schreibt (A. a. O. 111.) diesen Erfolg bey den Saftgewächsen der geringen Anzahl ihrer Poren zu: allein deren sind doch sowohl hier, als bey den genannten immergrünen Blättern nicht so gar wenige, dass dieses allein im Stande wäre, das Phänomen zu erklären. Man muss vielmehr den Mangel eines dazu erforderlichen Grades von Reizbarkeit mit in Anschlag bringen, welcher, wie der Zähigkeit des Lebens bey den saftigen Gewächsen überhaupt, so auch ihrer mangelnden Ausdunstung, zum Grunde zu liegen scheint. Diesen Fall also abgerechnet, steht die Stärke der Ausdunstung einer Blattfläche unstreitig auch mit der Anzahl ihrer Poren in geradem Verhältnisse. Im umgekehrten Verhältnisse dagegen steht sie mit der Dichtigkeit des Ueberzuges von Haaren und bey Pelargonium tomentosum bemerkte ich daher unter gleichen Umständen eine weit mindere Ausdunstung, als an den glatten Blättern von Selinum decipiens (Verm. Schr. I. 176.).

§. 289.

Stärke der Ausdunstung.

Die Grösse der Ausdunstung auf Zahl und Maass zu reduciren hat besonders Hales sich Mühe gegeben. Nach seiner Berechnung transspirirte eine Sonnenblume 3½ Fuss hoch in 12 Stunden eines sehr warmen trocknen Tages 1 Pfund und 14 Unzen Flüssigkeit: im Mittel betrug die Transspiration 1 Pfund 4 Unzen, in einer warmen trocknen Nacht aber nur 5 Unzen (Veg. Stat. 5.). Wenn Hales dabey die Quantität der Transspiration, so eine Sonnenblume von 3 Fuss Höhe in der Mitte des Sommers innerhalb 24 Stunden erlitt, mit dem verglich, was ein Mann in der nemlichen Zeit an Flüssigkeit, durch Transspiration, Urinausleerung u. s. w.

Digitized by Google

zu verlieren pflegt: so fand er durch eine sehr zusammengesetzte Rechnung, die jedoch zum Theil auf Thatsachen von relativer Gültigkeit sich gründet, dass die Sonnenblume, Masse gegen Masse gerechnet, siebenzehnmal mehr durch ihre, verhältnissmässig viel grössere, Oberfläche verlor (L. c. 12.). Mirbel wiederholte, in Verbindung mit den Herren Desfontaines und Chevreul, die Versuche von Hales und sie hatten dadurch von neuem Gelegenheit, sich von dem Scharfsinne und der Genauigkeit dieses vortrefflichen Physikers zu überzeugen (Elemens I. 203.). Ward ferner von Hales (A. a. O. 21.) die Transspiration der Sonnenblume mit der von andern Gewächsen in der Art verglichen, dass man ein Verhältniss zum Grunde legte, zusammengesetzt einerseits aus der Grösse der Oberfläche, andrerseits aus der Menge des Ausgedunsteten dem Gewichte nach: so gab dieses für die Sonnenblume $^1/_{165}$ in 24 Stunden, für den Weinstock $^1/_{191}$, für den Kohl $^1/_{80}$, für ein Apfelbäumchen $^1/_{102}$, für ein Citronenbäumchen $^1/_{288}$ in der nemlichen Zeit, so dass folglich immergrüne Blätter weit weniger, als abfallende, ausdunsten (L. c. 21.). Auf eine etwas verschiedene Weise schätzte Guettard die Stärke der Transspiration, indem er sie mit dem Gewichte der Pflanze verglich (Duham. I. c. 145.). Am stärksten war nach dieser Schätzung die vom Cornelkirschbaume, indem ein Zweig, 5 1/2 Drachmen schwer, in 24 Stunden 11 3/4 Drachm. transspirirte. Ueberhaupt gaben die meisten der von Guettard untersuchten Pflanzen wenigstens die Hälfte dessen, was sie an Gewicht betrugen, durch die Ausdunstung von sich. Weniger Zuverlässigkeit scheinen die Versuche von Saint-Martin zu gewähren, deren Senebier (A. a. O. 69.) gedenkt. Er schätzt z. B. die Zahl der Blätter eines Baumes von mittlerer Grösse auf 20,000, deren jedes zu Vicenza täglich 10 Gran transspirirt, und so berechnet er die tägliche Ausdunstung dieses Baumes zu 55 Pfund. Indem er ferner den Calcul von Hales zum Grunde legt, findet er dass eine Mayspflanze ungefähr 7 Drachmen, ein gewöhnlicher Kohl 23 Unzen, eine Sonnenblume 34 Unzen durch Ausdunstung in 24 Stunden verloren hatte: wogegen die Ausdunstung eines Maulbeerbaumes auf nur 18 Unzen während

Digitized by Google

eines Sommertages von ihm geschätzt wird. Auch die Versuche von Schübler und Halder (Unters. üb. Temp. Veränd. d. Vegetab. 26.) gaben keine bemerkenswerthen Resultate. Von 62 verschiedenen Pflanzen setzten sie ein bestimmtes Gewicht frischer Blätter oder Blumenblätter einer Zimmertemperatur von 17—18° R. aus und beobachteten nun den Gewichtsverlust, den nach 24 Stunden sowohl die Blätter überhaupt, als das darin enthaltene Wasser insbesondere erlitten hatten. Bey Blumenkronen war dieser bedeutender, als bey Blättern, auffallend gering aber bey Saftgewächsen. Von Laubhölzern, namentlich Buche, Eiche, Pappel, verloren die Blätter in dem genannten Zeitraume ungefähr die Hälfte ihres Gewichts, wie Guettard angegeben hatte.

§. 290.

Verhältniss der Ausdunstung zur Absorption.

Vergleicht man diese von einer Pflanze ausgedunstete, Flüssigkeit mit dem Quantum derselben, das in der nemlichen Zeit von ihr durch die Wurzel oder durch den unteren Theil des Stengels aufgenommen ward, so bieten sich ebenfalls viele Schwierigkeiten dar und es fehlt daher auch hier an übereinstimmenden Beobachtungen. Nach den Versuchen von Hales stehen Aufnahme und Verbrauch an Flüssigkeit in ziemlich gleichem Verhältnisse. Ein Zwerg-Birnbaum, welcher 71 Pfund und 8 Unzen wog und mit den Wurzeln in eine bestimmte Quantität Wasser gestellt war, sog davon in 10 Tagesstunden 15 Pfund ein und dunstete dagegen in eben dieser Zeit 15 Pfund und 8 Unzen aus, also 8 Unzen mehr, als er aufgenommen hatte. Hales giebt nicht an, durch welches Verfahren er dieses Resultat erhalten habe, vermuthlich durch Wägen der Pflanze vor und nach dem Versuche: denn er setzt hinzu, dass, wenn er Zweige von gleicher Grösse, die einen beblättert, die andern unbeblättert, mit dem abgeschnittenen Ende in Wasser gestellt, jene, nachdem sie dasselbe stark eingesogen und ausgedunstet, leichter, diese, nachdem sie sehr wenig verzehrt, schwerer, als vor dem Versuche, befunden worden seyen (L. c. 28. 29.). Senebier, um das Verhältniss zwischen Einsaugung und Ausdunstung

Digitized by Google

auszumitteln, umgab eine Münzenpflanze, deren Untertheil in eine bestimmte Menge Wassers tauchte, so in einem Gefässe mit engem Halse eingeschlossen war, mit einer gläsernen Kugel und verglich dann das Gewicht des Transspirirten mit dem, was sie an Wasser absorbirt hatte, wobey er zugleich auf den Verlust durch Evaporation des Wassers im Gefässe und durch Entweichung von Luft, so Dünste enthalten konnte, Rücksicht nahm. Das Resultat war im Laufe des Versuches, der drey Monat lang fortgesetzt ward, sehr verschieden: einmal verhielt sich die Absorption zur Transspiration wie 3 zu 2, ein andermal wie 4 zu 1, in den wärmsten Tagen wie 15 zu 13, und in einem Versuche mit einem Himbeerenzweige, der drey Blätter und ein Gewicht von 337½ Gran hatte, ungefähr wie 6 zu 5 (Phys. veg. IV. 75.). Diese Resultate sind daher denen von Hales ganz entgegengesetzt: indessen bezeigt Senebier selber sich mit ihnen wenig zufrieden und unstreitig bedarf die Methode noch sehr der Vervollkommnung. Dessenungeachtet glaubt Decandolle auf Rechnung der überwiegenden Absorption einen Theil der Zunahme der Gewächse an Masse setzen zu können (Phys. veg. I. 115.).

§. 291.

Beschaffenheit des Ausgedunsteten.

Das von den Pflanzenblättern Ausgedunstete wird in gewöhnlichem Falle von der Atmosphäre aufgenommen, um hier vielleicht weitere Veränderungen zu erleiden. Diese hat die Pflanzenphysiologie bis jetzt nicht zum Gegenstande ihrer Nachforschungen gemacht, sondern angenommen, dass die Luft dadurch in dem Verhältnisse ihrer Bestandtheile keine Veränderung erleide, was schwerlich unbedingt zugegeben werden kann. Wenn aber andere Körper, welche im Stande sind, jenen Dünsten ihren Wärmestoff zu entziehen, in der Nähe oder in unmittelbarer Berührung mit der ausdunstenden Fläche sind: so schlägt die Ausdunstungsmaterie sich an ihnen oder an der Pflanze in Gestalt von Tropfen nieder, welche zuerst äusserst klein sind, aber sich fortwährend vergrössern und endlich in eine Flüssigkeit sich vereinigen. Duhamel und Senebier nennen dieses die merkliche Ausdun-

Digitized by Google

stung im Gegensatze der unmerklichen, Materie in einem elastischen Zustande entziehet: doch rechnen sie unter jene nicht dahin gehörige, Phänomene. Hale sammelte diese Flüssigkeit von eilf verschi sowohl Kräutern, als holzbildenden, und z den besonders. Sie war bey allen ein kla Hales konnte keine Verschiedenheit des G wahrnehmen; auch die specifische Schwere w nemliche, und zwar wie die des reinen Wass die Flüssigkeit schneller in Verderbniss über, a ser, zum Beweise, dass sie dennoch eine frem hatte. Duhamel beobachtete (A. a. O. 144.), aromatischen Pflanzen das transspirirte Wasser Geruch von der Pflanze, die es ausgedunstet h der sich aber bald verlor. Diese Bemerkung hab bestätigen Gelegenheit gehabt und gewöhnlich hat gedunstete Wasser einen leichtanhängenden Geruc Pflanze, auch wenn diese nicht eine aromatische wa Schr. I.). Senebier aber hat das transspirirt chemisch geprüft und darin einen sehr geringen Anthe artiger Materie wahrgenommen (L. c. 80.). In Eine suche erhielt er aus 40 Unzen desselben 2 Gran fes terie, in einem andern aus 6 Pfunden und 9 Unzen spirirten Wassers 2½ Gran, in einem dritten aus viel Niederschlag 3¼ Gran solcher Materie, die dem ren Theile nach aus harzigen und gummösen Stoffen, nem kleineren Antheile aber aus schwefelsaurem Kalke w. bestanden. Da nun diese Materien nicht flüchtig sind stellte Senebier die etwas künstliche Hypothese auf: das transspirirte Wasser nicht aus den Pflanzen trete in F von Dämpfen, sondern in Gestalt unendlich kleiner Tr chen, welche in Dunst übergehen, so wie sie aus dem renchym des Blattes an dessen Oberfläche gelangen. D würde es also die fixen Theile, welche es in der ersten Fe noch führt, an der Oberfläche zurücklassen können, ind es in die zweyte übergebt. Allein das Flüchtigwerden Körpern scheint, eben so wie ihre Auflöslichkeit, kein ab

Digitized by Google

luter, sondern vielmehr nur ein relativer Begriff zu seyn, was schon Mariotte (S. l. veg. d. pl. 8.) gesagt hat, und bey der Ausdunstung organischer Körper von einem Auflösungsmittel, welches die Kunst nicht nachahmen kann, abzuhängen.

§. 292.

Wirkung des Bestreichens der Blätter mit Oel.

Dieser unzureichenden Resultate, welche die Chemie gewährt, unerachtet, scheint es doch, dass das von den Pflanzen Ausgedunstete aus ihnen Stoffe entführe, deren längeres Verweilen für sie nachtheilig und endlich verderblich seyn kann. Dieses wenigstens ist der Erfolg, wenn Blätter mit einem Ueberzuge versehen werden, der alle Ausdunstung aufheben muss. Bonnet bestrich zu dem Ende eine oder beyde Blattflächen mit fettem Oele oder tauchte den Blattstiel darin ein, was in Kurzem den Tod des Blattes mit einer braunen oder schwärzlichen Farbenveränderung zur Folge hatte. Zarte krautartige Blätter wurden schneller auf diese Art verändert, als Theile von einer härteren Textur (Rech. s. l'Us. d. feuilles §. XII.). Eben so sah Willdenow an einer Glashauspflanze die Blätter, welche man, um die Schildläuse zu tödten, mit Oel bestrichen hatte, sämmtlich abfallen (Grundr. d. Kräut. Kunde 6. Aufl. §. 285.). Ich habe diese Versuche wiederhohlt und die nemlichen Wirkungen vom Oel wahrgenommen: die damit bestrichenen Blätter starben bald ab, indem sie braune Flecken bekamen, welche sich vom Rande gegen die Mitte ausbreiteten. Zu ähnlichen Versuchen bediente sich Guettard eines Firnisses, womit er die Blätter bald an der oberen, bald an der unteren Seite überzog; diese litten dabey sehr, doch im ersten Falle weniger. Duhamel versuchte einen Ueberzug von Honig, Syrop, Leim und einer Gummiauflösung, um den Erfolg der davon unterdrückten Transspiration zu beobachten: allein entweder war die Application schwierig, oder der Ueberzug erhielt sich nicht, oder er war ohne Erfolg. Duhamel bediente sich daher in gleicher Absicht eines mit Weingeist bereiteten Firnisses: allein das Verderben der Blätter erfolgte dadurch so schnell, dass er sich nicht überzeugen

Digitized by Google

konnte, es sey indirect durch Hemmung der Ausdunstung hervorgebracht, sondern einen directen tödtenden Einfluss davon auf das Zellgewebe annahm. Den nemlichen Zweifel unterhält Duhamel in Ansehung der von Bonnet wahrgenommenen Wirkungen des Oels (Phys. d. arb. I. 178.). Allein dieser bemerkte bereits, dass Blätter weniger litten, wenn man sie nur auf der oberen Seite geölt hatte, als wenn dieses an der Unterseite geschehen war und er ermittelte durch eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen Blättern, dass sie, bloss auf der Oberseite geölt, wenn ihre Stiele in Wasser tauchten, dessen weit mehr eingesogen und transspirirt hatten, als wenn ihre Unterseite mit Oel überzogen worden war (L. c. 56.). Auch wenn ich Blätter, so nur an der Unterseite ausdunsten, z. B. von Tussilago fragrans, an der Oberseite mit Oel bestrich, blieben sie noch mehrere Wochen frisch und fuhren fort zu transspiriren: wogegen, wenn ich nur die Unterseite geölt hatte, die Ausdunstung hier gleich aufhörte, womit schon nach wenigen Tagen der Anfang des Absterbens eintrat (Verm. Schr. I. 178.). Ich bin daher geneigt, einen grossen Theil des Erfolgs in diesen Versuchen der gehemmten Transspiration zuzuschreiben. Bekanntlich tritt bey Insecten, welche durch Stigmate athmen, ebenfalls schneller Tod ein, wenn diese mit Oel betrichen werden. J. P. Moldenhawer wollte diesen Erfolg, so wie Duhamel einen ähnlichen bey Pflanzen, nicht der aufgehobenen Respiration, vermöge Verschliessung der Stigmate durch das Oel, zuschreiben, sondern einer unmittelbaren Aufhebung der Reizbarkeit durch dasselbe (Beytr. 309.). Allein mein Bruder hat die grössere Wahrscheinlichkeit der ersten Ansicht durch Versuche darzuthun sich bemühet (Biol. IV. 153.).

§. 293.

Ausdunstung eine eingeschränkte Verdunstung.

Da das Blatt in seinem Parenchym stets eine grosse Menge von Saft enthält, so muss die trockne Luft, besonders unter Beyhülfe von Licht und Wärme, immer thätig seyn, ihm solche zu entziehen. Bey den meisten phanerogamischen Gewächsen aber ist das Blatt gegen diese Wirkung geschützt durch

Digitized by Google

die Oberhaut, eine, wie wir sahen, einfache oder mehrfache Lage von dickwandigen, aber dennoch durchsichtigen und, wie es scheint, saftlosen Zellen. Diese lassen nur, als pathologisches Phänomen, ausnahmsweise tropfbare oder dunstförmige Flüssigkeit durch, nemlich wenn eine äussere Ursache z. B. übermässige Wärme oder eine innere z. B. Uebermaass von Saft oder ein zu starker Antrieb desselben, vorhanden ist: im gewöhnlichen Zustande hingegen schützt die Oberhaut das Parenchym vor der Zerstreuung seiner Feuchtigkeiten, vermöge der Luftschicht, welche zwischen ihren beyden Lamellen eingeschlossen ist, vollkommen. Nur wo sie weggenommen worden oder an sich fehlt, trocknet das Parenchym schnell aus. Der erste Fall tritt ein bey Wunden der Blattfläche mit Verlust der Oberhaut: den zweyten nehmen wir bey den untergetauchten Blättern von Wasserpflanzen z. B. Potamogeton, Vallisneria, so wie bey den niedern Cryptogamen z. B. Moosen, Algen wahr. Diese vertrocknen bekanntlich schnell, wenn sie ihrem natürlichen Elemente, dem Wasser, oder einer feuchten Atmosphäre entnommen und in trockne Luft gebracht worden und zwar durch unmittelbare Verdunstung der Flüssigkeit ihrer Zellen. In ähnlicher Art schützet das trockne Oberhäutchen des menschlichen Körpers die unter ihr ausgebreiteten, nerven- und blutreichen Theile vor der austrocknenden und reizenden Wirkung der Luft und aus gleicher Ursache sterben weiche Wasserthiere ausser dem Wasser schnell, indem keine Oberhaut sie vor der Einwirkung der Atmosphäre schirmt. Aber diese Verdunstung des Blattes wird durch eine Oberhaut nicht aufgehoben, sondern nur auf gewisse Puncte der Oberfläche eingeschränkt und dadurch in Ausdunstung umgewandelt, und das Mittel der Natur dazu sind die Poren. Diese kommen nur an solchen Theilen der Oberfläche vor, welche die freye Einwirkung der Atmosphäre erhalten sollen, sehr sparsam hingegen da, wo die Blattfläche der Erde angedrückt oder mit einem dichten Haarüberzuge versehen ist; was offenbar darauf hindeutet, dass sie in dem Wechselverhältnisse zwischen dem Blatte und der Atmosphäre ein vermittelndes Geschäft haben. Es war zuerst T. A. Knight, welcher beobachtete, dass Weinblätter

Digitized by Google

im Sonnenscheine nur von der Unterseite ausdunsten (M. Beytr. 131.), nie von der Oberseite und er schloss daraus auf einen Bau, vermöge dessen die Ausdunstungsgefässe beym Weinstocke ganz auf die untere Blattfläche beschränkt seyn müssten. In weiterer Verfolgung dieser Versuche, deren Ergebniss Sprengel mit Unrecht in Zweifel gestellt hatte, nahm ich wahr, dass, wenn Blätter überhaupt zu einer lebhaften Ausdunstung geeignet sind, z. B. wenn es nicht etwa immergrüne, besonders keine saftige Blätter sind, die Ausdunstung allemal auf derjenigen Blattseite sich bemerklich macht, welche mit Poren versehen ist, dass also z. B. wo die Poren nur auf der oberen Seite sich befinden, auch diese dann allein die ausdunstende ist. Ich fand, dass diese Wirkung die nemliche blieb, es mochte die Sonne auf die obere oder untere, auf die mit Poren versehene Seite des Blattes, oder auf die andere scheinen, auch dass, wenn auf beyden Blattseiten die Poren in gleicher Menge vorkamen, die nemliche Stelle des Blattes sowohl von der oberen, als von der unteren Fläche bey Einwirkung des Sonnenlichts ausdunstete. Die Lebhaftigkeit der Ausdunstung stand mit der Menge der Poren in genauem Verhältnisse und auch an Blättern, welche vom Stamme getrennt waren, dauerte sie noch eine Zeitlang an der mit Poren versehenen Fläche fort (Verm. Schr. I. 174.). Es ward demnach hiedurch die von Hedwig zuerst entwikelte Ansicht (Kl. Abh. I. 129.), dass diese Organe die Ausdunstungswege der Gewächse seyen, in der Hauptsache bestätiget.

§. 294.

Antheil der Poren.

Der Bau der Poren und ihre Verbindung mit dem Parenchym sind geeignet, weitere Gründe dafür zu geben. Wo die Oberhaut einen Poren hat, führt allezeit eine Höhle von demselben ins Parenchym des Blattes, auch wenn es sonst aus sehr gedrängten Zellen besteht und diese Höhle ist nach Moldenhawers Beobachtungen nie mit tropfbarem Safte, sondern stets mit Luft erfüllt, welche folglich durch die Oeffnung des Poren mit der Atmosphäre communicirt oder communiciren

Digitized by Google

kann. Wenn also durch Einwirkung des Lichts auf das Parenchym, welche Einwirkung in der durchsichtigen Oberhaut kein Hinderniss findet, unter gleichzeitiger Begünstigung der Temperatur und der innern Reizbarkeit, die Feuchtigkeiten des Parenchyms zu einem Dunste ausgedehnt werden: so wird dieser dahin sich begeben, wo der geringste Widerstand ist, nemlich in die Höhlen und bey fortschreitender Expansion durch die Poren seinen Ausweg nehmen. Der Pore wird gebildet durch ein oder mehrere Paare grüner und safterfüllter Zellen, die eine Lücke der Oberhaut genau ausfüllen und eine Spalte zwischen sich lassen, die bald mehr, bald minder geöffnet erscheint. Dass nun diese durch den Andrang der Dünste, die vermöge ihrer Elasticität einen Ausweg suchen, sich erweitere und wiederum durch die Turgescenz jener sie einschliessenden Zellen, bey nachlassender Ausdehnung sich zusammenziehe, also ein mehr ausgedehnter und ein verengter Zustand der Spalte mit einander wechseln, darin liegt an und für sich nichts Unwahrscheinliches. Die Einfassungszellen der Poren sind, wo sie die zur Beobachtung erforderliche Grösse haben, stets von grüner Farbe und enthalten gemeiniglich auch Saftkörner, was ihre Belebtheit und ein Vermögen, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, anzeigt. Schon Gleichen meynte bey der Mauerraute die Oeffnung, die er zum Austreten des männlichen Saamenstaubes der Farrenkräuter dienend glaubte, nach dem Austreten wieder geschlossen gesehen zu haben (Nouv. découv. d. l. régne veg. 36.) und A. Kroker (De pl. epid. 11.) beobachtete bey Amaryllis formosissima, dass sie zu einer Zeit sehr weit geöffnet, zu einer andern fast verschlossen waren. Moldenhawer (Beytr. 98. 100.) sah am Weisskohle und der Mayspflanze des Morgens, wenn nach einer thauigen Nacht die Sonne auf die Blätter schien, also die Ausdunstung stark im Gange seyn musste, die Poren geöffnet, sonst aber immer geschlossen. Dagegen hat man, wie es scheint, mit Grunde erinnert, dass bey diesen Versuchen die Oberhaut vom Parenchym scheine abgezogen und dann untersucht worden zu seyn, wobey allerdings die Beschaffenheit der Poren sich verändert haben konnte. Allein Amici (Ann. d. Sc. nat. II. 215.) hat diese Verän-

Digitized by Google

derungen an den lebenden Pflanzen selber, bey reflectirtem Lichte wahrgenommen und an der Oberhaut, die von einer ganz frischen Pflanze abgezogen war, unter dem Microscope die geöffneten Poren unter seinen Augen sich schliessen sehen. Man muss daher, wie ich glaube, das abwechselnde Oeffnen und Schliessen der Poren, nemlich jenes bey starker Ausdunstung, dieses bey feuchter Luft und mangelndem Sonnenscheine, so lange zugeben, bis das Gegentheil davon durch entscheidende Versuche dargethan ist. Die Zellen, welche die Oeffnung zwischen sich bilden, scheinen bey dieser Bewegung isolirt zu wirken, ohne dass das Parenchym etwas dazu beytrage. Bey vielen Blättern zwar stehen sie mit diesen in einem, wenn auch lockern, Zusammenhange und ein Beyspiel davon hat Ad. Brongniart aus der gemeinen Gartenschwerdtlilie (L. c. t. VII.) dargestellt. Allein bey andern Gewächsen, besonders solchen, deren Oberhaut eine beträchtliche Dicke hat, ist dieses gewiss nicht der Fall und beyspielsweise mögen nur Tradescantia crassula und mehrere Begonien genannt werden. Hier nemlich sind die Porenzellen vom Parenchym des Blattes durch einen beträchtlichen Zwischenraum völlig gesondert.

§. 295.

Wasserbildung an der Oberfläche der Blätter.

Nicht immer bedarf es fremder niederschlagender Körper, damit die wässerige Ausdunstungsmaterie der Blätter sich in tropfbarer Form darstelle: zuweilen und unter besondern Verhältnissen geschieht dieses von der Natur an den Blättern selber, ohne dass diese eine Veränderung erlitten haben. Ruysch sah ein Egyptisches Arum, dessen Hauptblattnerv sich mit einer zurückgebogenen Spitze endigte, aus derselben Wassertropfen von sich geben, wenn man die Pflanze begossen hatte (Duham. Phys. d. arb. I. 141.). Phil. Miller nahm am Morgen eines heissen, hellen Tages an der Spitze von jedem Blatte einer Pisangstaude, während dieselbe stark ausdunstete, grosse Tropfen Wassers wahr (Hales Veg. Stat. 23.). Auch der Thau, welcher sich des Morgens an den Blättern, besonders der niedrigen Kräuter, sammelt, ist

Digitized by Google

nach Musschenbroeks Versuchen ebenfalls eine in Tropfenform verdichtete Ausdunstung der Pflanzen, die in der Art, wie die Tropfen den Blättern sich ansetzen, nach deren verschiedener Bildung und Oberfläche eine verschiedene Ordnung beobachten, worüber Clias Bjerkander Wahrnehmungen angestellt hat (Abhdl. der Schwed. Academie XXXV. 66.). Sofern indessen die Darstellung dieses Products nur bey besonderer Beschaffenheit der Atmosphäre bemerkt wird, ist sie nicht als reine Thätigkeit der Pflanze zu betrachten. Mehr dürfte dahin gehören, was man nach J. E. Smith in schattigen, von Pappeln und Weiden gebildeten, Plätzen in England zuweilen bey heissem, stillem Wetter bemerkt, nemlich Tropfen reinen Wassers, welche von den Blättern, wie ein leichter Regen, herabfallen (Introd. to Bot. 2. Ed. 188.). Bey der Indianischen Kresse wird man zuweilen am Ende jedes der fünf Hauptnerven des Blattes einen Wassertropfen gewahr (Mirb. Elemens I. 201.) und bey der Calla aethiopica sah man einen solchen an der Spitze der Blätter zum Vorscheine kommen, ohne dass die Oberfläche eine Wunde oder natürliche Oeffnung gezeigt hätte (Habenicht in Flora 1823. 34.). Um so mehr muss deswegen eine Beobachtung von Schmidt (Ueb. Ausscheidung von Flüssigkeit an den Blattspitzen von Arum Colocasia: Linnäa VI. 65.) auffallen. Er glaubt, es trete die wässerige Flüssigkeit, welche er in ähnlicher Art an der Spitze jedes Blattes der genannten Aroïdee bemerkte, aus zwey, in einer Vertiefung unter der Spitze von ihm angetroffenen Oeffnungen hervor, weit genug, dass er ein starkes Haar einbringen konnte: und er hält diese für die natürlichen Ausgänge von Canälen, so längs des Blattrandes verlaufen. Mehrmals habe ich die benannte Pflanze mit aller mir möglichen Sorgfalt untersucht, und unter der Spitze der Blätter zwar die Vertiefung, wie sie bey breitblätterigen Monocotyledonen, wegen der convergirenden und zugleich auf der unteren Blattseite hervortretenden Nerven, gewöhnlich ist, aber keine Oeffnungen der angegebenen Art finden können. Ich vermuthe daher, diese seyen zufällig gewesen und durch sie das Haar in eine von den grossen Lufthöhlen gebracht

Digitized by Google

worden, so in einiger Entfernung vom Rande verlaufen. Es ist zu bedauern, dass der Verfasser seine versprochenen ferneren Beobachtungen darüber nicht bekannt gemacht hat. Wenigstens war in ähnlichen, von mir gemachten Wahrnehmungen Wasser durch die Oberhaut ausgetreten, ohne alle Zerreissung und eine Bedingung dieses Phänomens scheint zu seyn, dass bey hoher Lufttemperatur Pflanzen an der Wurzel gewässert worden, die zuvor sehr trocken gestanden. Unter solchen Umständen sah ich daher z. B. bey gekeimter Gerste die Spitze jedes jungen Blattes und bey einer Ludolfia glaucescens die von sämmtlichen oberen Blättern, ein Wassertröpfchen tragen.

§. 296.

Oder in Anhängen und Schläuchen.

Bey einigen wenigen Pflanzen gehört diese Wasserbildung an ihrer Oberfläche zum Leben und zu ihrer Gesundheit und die bekanntesten darunter sind die Arten von Nepenthes, Sarracenia und Cephalatus. Alle kommen bey sonstiger Unähnlichkeit des Habitus darin überein, dass ihre Blätter, oder ein Theil ihrer Blätter sich in Schläuche verwandelt, deren jeder mit einem wenig beweglichen Deckel versehen ist, der, anfangs geschlossen, sich nachmals öffnet, um sich nie wieder zu schliessen. In diesen stets aufrechten Schläuchen findet man ein Wasser, welches ursprünglich rein und geschmacklos zu seyn scheint, aber diese Eigenschaft nicht lange behält, indem bald Insecten hineinfallen, die bey dem Versuche davon zu kosten, darin ihren Tod fanden. Bey Nepenthes distillatoria fand man es (Graham in Bot. Mag. II. 2798.) schwach säuerlich von Geschmack und beym Kochen gab es einen Geruch, wie gebackene Aepfel, von sich. Die Quantität desselben vor Erhebung des Deckels betrug nur etwas mehr als eine Drachme in einem Schlauche, der 3 Unzen und 5 Drachmen Capacität hatte. In einem andern weiblichen Individuum hingegen nahm es ein Drittheil der Schlauchhöhle ein. Dass es in Indien den Schlauch fülle, behauptet Rumph (Herb. Amb. V.) wie auch, dass der Verlust daran, welcher nach gehobenem Deckel eintrete, während der Nacht

Digitized by Google

sich wieder ersetze. Es ist eine blosse Hypothese älterer Beobachter, dass dieses Wasser von Aussen komme: vielmehr sagt Graham (A. a. O.), ist augenscheinlich, dass es von der innern Oberfläche des Schlauches abgesondert werde und ein Beweis davon ist, was ich selber im botanischen Garten zu Edinburgh beobachtete: dass in unausgewachsenen Schläuchen, wo der Deckel noch fest geschlossen ist, man schon, vermöge der Transparenz der Wände die Wassersammlung wahrnimmt. Wie mir scheint, dienen dazu die zahlreichen mit einem Loche versehenen, Drüsen am unteren Theile des Schlauches. Auch an Sarracenia purpurea habe ich mich durch wiederholte Beobachtungen überzeugt, dass das Wasser in den Schläuchen durch innere Absonderung sich ansammle. Es nahm stets nur den unteren Theil derselben, welcher behaart ist und eine kaum merkliche Oberhaut hat, ein, und wenn ich die Schläuche ausleerte, hatte es nach einigen Tagen sich wieder ersetzt, ohne dass ich jedoch die Zeit, deren es dazu bedurfte, genau ausmitteln können. Da die Bildung der Becher von Cephalotus ganz mit jenen übereinstimmt, so nöthiget die Analogie anzunehmen, dass auch hier die Wasserbildung ebenfalls durch eine Absonderung vor sich gehe. Auch in den Schläuchen von Dischidia Rafflesiana findet sich nach Wallichs Beschreibung (Pl. asiat. II. 35.) stets ein Wasser, in welches zahlreiche Würzelchen hinabreichen, die von dem Stiele, woran die Schläuche befestiget, ihren Ursprung nehmen. Wallich ist der Meynung, dass dieses Wasser von Aussen hineinkomme, aber mich dünkt, die Analogie ist auch hier entschieden für eine Absonderung durch die Schläuche selber. Auffallend spricht dafür auch die starke Wasseransammlung in der Blüthähre von Amomum Zerumbet L. (Zingiber Zerumbet Rosc.), indem hier keine Möglichkeit, dass dieses Wasser von Aussen gekommen, denkbar ist. Die Blüthähre, welche die Grösse und Form von einem Gänseey hat, wird zu äusserst durch breite, vertiefte Schuppen gebildet, so mit ihren häutigen Rändern auf einander drücken und dadurch Räume einschliessen, die ein geruch- und geschmackloses, auch chemisch fast reines, Wasser erfüllt. Dieses tritt durch einen Druck leicht zwischen den Schuppen

Digitized by Google

hervor und ersetzt sich, wenn man es am Abende ausgeleert hat, während der Nacht zum grössten Theile wieder, indem es, aller Wahrscheinlichkeit nach am unteren und inneren Theile der Schuppen abgesondert wird (Zeitschr. f. Physiol. III. 75.).

§. 297.

Ausdunstung der Pflanzen verglichen mit der der Thiere.

Vergleichen wir die Wasserausleerung, welche Pflanzenblätter bewirken, mit ähnlichen Verrichtungen im menschlichen Körper, so haben wir drey Wege, auf denen im natürlichen Zustande wässerige Fluida von ihm ausgeschieden werden, nemlich die Haut, die Lungen und die Nieren. Von diesen sind jedoch nur die ersten beyden der Transpiration der Pflanzen vergleichbar, der Dunstform wegen, worin das Wasser sich an der äussern oder innern Oberfläche darstellt; welche beyde Merkmale der Nierenabsonderung fehlen. Erwägen wir nun zuerst die Hautverrichtung, so ist die mit Säften erfüllte Fleischhaut im natürlichen Zustande mit der trocknen Oberhaut bedeckt, welche die Zerstreuung ihrer Feuchtigkeiten hindert, indem sie solche vor der Einwirkung der Atmosphäre schützet. Dennoch hebt dieser dünne aber feste Ueberzug das Entweichen der Hautfeuchtigkeiten nicht auf, sondern beschränkt es nur, und dieses eben ist auch hier das Phänomen der Ausdunstung. Es bedarf jedoch hier keiner Poren dazu, dergleichen man in der menschlichen Oberhaut nicht wahrnimmt, sondern die perspirable Materie durchdringt solche in der nemlichen Art, wie der Pflanzensaft die Zellenhäute im Innern des Pflanzenzellgewebes d. h. ohne alle Trennung der Continuität. Darin also unterscheidet sich diese Verrichtung in den beyden Reichen, die sonst darin übereinkommt, dass sie bey beyden die Oberfläche einnimmt, dass sie durch Wärme verstärkt wird, dass sie gewöhnlicherweise bloss dunstförmiger Art, aber wenn sie verstärkt worden, von tropfbarer Beschaffenheit ist. Schon Malpighi (Opp. 1. 54.) vergleicht die Blätter mit dem Hautorgane der Thiere: denn wie hier der Nahrungssaft eine Zubereitung erhalte, Unnützes ausgesondert, anderes für

Digitized by Google

innere Bestimmungen abgeschieden, das zubereitete Fluidum aber wieder zurückgeführt werde, um zu ernähren und zu beleben: so auch in den Blättern. Auch Hales (L. c. 9.) hat Vergleichungen der Transspiration der Blätter mit der Hautausdunstung des menschlichen Körpers, der Quantität des Ausgedunsteten nach, anstellen können. Allein andrerseits ist die Verrichtung der Blätter dabey, ihrem Mechanismus nach, zusammengesetzter, als die unseres Hautorgans und nähert sich darin dem, was bey der Transspiration der Lungen vorgeht. Die Verrichtung dieses zelligen höhlenreichen Organs besteht bekanntlich darin, dass die Luft in seine Höhlen aufgenommen wird, wo sie mit dem Blute in eine fast unmittelbare Berührung tritt. Aus ihnen dringt sie dann mit Wasserdünsten beladen, wieder hervor, um sich zu erneuern und neuer Aufnahme von Wasserdünsten fähig zu werden. Dieser Vorgang aber lässt sich füglich vergleichen mit dem Eindringen der Luft in die Höhlen des Blattparenchyms durch die Poren der Oberhaut, die einer Erweiterung und Verengerung fähig sind. Es vereinigen die Pflanzenblätter demnach zwey wichtige Organe des Thierkörpers, nemlich Haut und Lungen, auf gewisse Weise in sich und es ist insofern nicht unpassend, sie die in eine Fläche ausgebreiteten Lungen der Gewächse zu nennen. Die Wasserabsonderung in den Blattschläuchen von Nepenthes, Sarracenia u. s. w. vergleicht Agardh (Biol. 165.) mit der Urinabsonderung, ohne jedoch eine andere Aehnlichkeit, als die, dass beyde Excreta Wasser zur Basis haben, beyzubringen. Decandolle (Phys. I. 115.) erklärt sich für die Ansicht: dass die Aushauchung der Gewächse zwey Verrichtungen des thierischen Haushalts, nemlich die Ausstossung der Excernibilien und die unmerkliche Transspiration, gleichzeitig darstelle. Ad. Brongniart vergleicht die Verrichtung der Blätter von Landpflanzen mit jener der Lungen, die Blätter der Wassergewächse aber mit den Kiemen. Er bemerkt sehr wahr, dass jene keiner Oberhaut zum Schutze ihres Blattparenchyms bedurften, so dass dieses mit der, im Wasser aufgelösten, Luft in unmittelbare Berührung treten kann, was durch die grosse Zertheilung erleichtert wird, so man gemeiniglich an diesen Blättern wahr-

Digitized by Google

nimmt. Zu gleichem Behufe aber tritt das Respirationsorgan der Wasserthiere gemeiniglich ausserhalb ihres Körpers hervor und zertheilt sich in die feinsten Fortsätze, um für den Lebenssaft, den es enthält, die genaueste Berührung mit dem luftvollen Wasser zu bewirken (Ann. d. Sc. nat. XXI. 448.). Indessen bezieht diese Vergleichung sich eigentlich mehr auf das Athmungsgeschäft, als auf die Ausdunstung, wovon hier die Rede ist.

§. 298.

Einsaugung der Blätter.

Minder erforscht, als die dunstförmige oder wässerige Aushauchung der Blätter, ist die Einsaugung von Wasserdünsten oder Wasser durch sie nach ihrem Verhalten, ihren Ursachen, ihren Organen und den Umständen, welche sie modificiren. Schon an und für sich aber lassen sich für ihr Daseyn Gründe der Wahrscheinlichkeit angeben. Einzusaugen gehört zum Wesen des Zellstoffes, der mehr oder weniger verändert die Oberfläche des Organischen bildet. Im Thierreiche ist daher diese Verrichtung des Hautorgans nicht zu verkennen. Gering ist sie freylich bey der menschlichen Haut wegen festen Gewebes der Epidermis, aber doch bekannt, dass im Wasserbade die Haut sich ausdehnt, dass dabey das Gewicht des Körpers zunimmt und alle Zeichen dann zu erkennen geben, dass Wasser eingesogen und dem Blute beygemischt worden (Hall. Elem. Phys. V. 88.). Ich habe bey Fussreisen an heissen Tagen mehrmals an mir eine Erfahrung gemacht, die ich nur dadurch erklären kann, nemlich dass, wenn ein Regen dann mich bis auf die Haut durchnässte, Müdigkeit und auch der brennendste Durst sich fast ganz verloren. In die Augen fallender ist die Einsaugung der Oberfläche bey Thieren, die in feuchter Atmosphäre zu leben bestimmt sind z. B. Amphibien mit nackender Haut, Mollusken, Würmern. Eine Eydechse, welche durch Aufenthalt in der Luft ein Beträchtliches an Volumen und Gewicht verloren hat, bekommt solches im Wasser, worin sie mit Ausschluss des Kopfes gehalten wird, völlig und mit vermehrter

Digitized by Google

Rundung aller Gliedmassen wieder (Edwards de l'Infl. d. agens phys. 347.). Schnecken saugen, wenn man sie in Wasser ersticken lässt, eine beträchtliche Menge davon ein und Eingeweidewürmer, besonders von der Gattung Echinorhynchus schwellen, wenn sie frisch ihrem Aufenthaltsorte entnommen und in Wasser gelegt sind, davon zu einem bedeutend grösseren Volumen an (Rudolphi Physiol. II.). Es ist diesemnach der Analogie gemäss zu denken, dass auch die Pflanzen unter Umständen, wo sie das Bedürfniss haben, einen Mangel an Feuchtigkeit zu ersetzen, solche durch ihre Oberfläche einsaugen. Dass dieses bey einem Theile der cryptogamischen Gewächse, nemlich den Moosen und Algen mit Leichtigkeit geschehe, weiss Jeder, der auch nur eine geringe Bekanntschaft mit ihnen hat, und über die Ursachen giebt ihr, Oben von uns erwogener, Bau Rechenschaft. Allein diese Einsaugung ist, wiewohl Bedingung ihres Lebens, doch kein Act desselben. Bekanntlich werden Individuen der genannten Cryptogamenfamilien aus dem trocknen Zustande wieder in völlige Turgescenz versetzt, wenn man sie in Wasser legt und dieses ist auch wohl als ein Wiederaufleben betrachtet worden (Humb. Fl. Friberg. 159.). Allein Hedwig hat gezeigt, dass diese Rückkehr des Lebens bloss scheinbar sey, dass die ihrem Standorte entnommenen Moose und Algen, wenn man sie nach dem Trockenwerden wieder aufgeweicht, niemals fortwachsen oder ihre unausgebildeten Theile zur Entwicklung bringen, sondern dass eben diese scheinbare Wiederbelebung ihre schnelle Auflösung nachzieht (Anmerk. zu G. Fischers Uebers. von Humboldt's Aphorismen 173.). Man muss daher die nemliche Unterscheidung, wie bey der Aushauchung, auch hier, nemlich zwischen der unbelebten und belebten Einsaugung, machen, wiewohl die Gränzen sich ebenfalls nicht angeben lassen.

§. 299.

Beweise für ihr Daseyn.

Bey den mit einer Oberhaut bekleideten Pflanzentheilen ist dadurch den Flüssigkeiten ihrer Umgebung nur jener un-

Digitized by Google

beschränkte Uebergang ins Zellgewebe verwehrt, der auch bey längst abgestorbenen Theilen, wie wir gesehen haben, noch Platz findet, und die Einsaugung dadurch, dass sie von dem Bedürfnisse abhängig gemacht ward, unter die Herrschaft des individuellen Lebens gebracht. Dass daher auch Blätter von höher organisirten Landgewächsen unter gewissen Umständen durch ihre Oberfläche Feuchtigkeit in sich aufnehmen, ergiebt sich aus mancherley Beobachtungen. Nach Versuchen von Hales nahm eine Sonnenblume, die in einem Topfe vegetirte, dessen Oberfläche durch eine Bleyplatte vor allem Zugange geschützt war, in einer Nacht, wo ein starker Thau oder ein kleiner Regen fiel, um zwey oder drey Unzen am Gewichte zu (Veg. Stat. 5.). Ein auf gleiche Weise vegetirendes und bedecktes Citronenbäumchen hatte ebenfalls, wenn Nachts ein starker Thau oder ein Regen gefallen war, um eine bis zwey Unzen an Schwere zugenommen (Das. 20). Ph. Miller sah einen Pisang zuweilen, eine stengelbildende Aloë meistens, während der Nacht am Gewichte zunehmen durch Einziehung der Feuchtigkeit aus der Luft des Gewächshauses, worin sie vegetirten (Das. 24. 25.). Duhamel legte welke beblätterte Zweige in feuchte Keller, andere umgab er mit einer feuchten Atmosphäre, indem er sie zwischen nasse Leintücher stellte, welche sie auf allen Seiten umgaben, ohne sie zu berühren, was zur Folge hatte, dass sie ihren Turgor wiedererlangten und zuweilen schwerer wurden, als sie beym Abschneiden gewesen (Phys. I. 153.). Pflanzen, bemerkt Ebenderselbe (L. c. 154.), die durch einen heissen Sonnenblick welk geworden, richten sich oft schnell wieder auf, nachdem ein kleiner Regen gefallen, der unmöglich bis zu den Wurzeln hatte dringen können. Alle diese Erfahrungen dürften nicht anders zu erklären seyn, als durch die Voraussetzung, dass wässerige Flüssigkeit als Dunst durch die Blätter und blattartigen Theile aufgenommen worden. Indessen scheint dieses immer mit einiger Schwierigkeit zu geschehen und auf keinen Fall zu den natürlichen Nahrungswegen der Gewächse zu gehören. Von mehreren gleichgrossen, in gleichem Grade gewelkten Zweigen von Acer campestre und Spiraea crenata stellte ich einige mit der Abschnittsfläche in

Digitized by Google

Wasser, andere legte ich in ein, inwendig stark benetztes Gefäss, ohne dass jedoch Blätter und Stengel, die feuchten Wände berührten. Jene hatten schon nach Verlauf einer Stunde, diese aber erst nach achtzehnstündigem Aufenthalte in der feuchten Atmosphäre ihr lebendiges Ansehen wieder gewonnen. Nur für jene cryptogamischen Gewächse daher, welche einerseits der Oberhaut, andererseits der Gefässe entbehren und die in einer feuchten Atmosphäre oder im Wasser zu leben bestimmt sind, scheint die Ernährungsart durch die Oberfläche die vornehmste zu seyn. Ob aber auch die Wassergewächse unter den Phanerogamen sich auf diesem Wege, wenigstens theilweise ernähren, erscheint zweifelhaft, und ich wüsste keine genügenden Gründe dafür anzugeben.

§ 300.

Nur Dunst wird eingesogen.

Aber es fragt sich sehr: Ob auch Flüssigkeiten in tropfbarer Gestalt von Blättern und blattartigen Theilen eingesogen werden, die in der Luft zu leben bestimmt und mit einer vollkommnen Oberhaut versehen sind. Mariotte vermochte Pflanzen dadurch mehrere Tage und selbst Wochenlang beym Leben zu erhalten, dass er einzelne Zweige oder auch nur Blätter davon in Wasser tauchte, während der übrige Theil sich ausser dem Wasser befand (Ess. s. l. veg. d. pl. 81.). Ein bereits Oben angeführter Versuch von Hales, wo Zweige, deren eine Hälfte mit den Blättern in Wasser gesenkt war, sich dadurch am andern Theile 8—11 Tage frisch erhielten (L. c. 133.), sollte das Nemliche beweisen und Bonnet konnte ein zusammengesetztes Blatt für einige Zeit lebend und frisch erhalten, wenn er nur einige Blättchen davon mit Wasser in Berührung gebracht hatte (Usage d. feuilles 21.). Sogar ganze Bingelkrautpflanzen erhielten sich gleich frisch, sie mochten mit den Wurzeln oder nur mit einem Theile ihrer Blätter in Wasser tauchen (L. c. 67.). Auch Rudolphi sah eine Pflanze vom Ackersenf, wovon nur eines der unteren Stengelblätter bis an den Stiel in ein Glas voll Wasser gesenkt war, sich gegen drey Wochen frisch erhalten und erst verdorren, als jenes Blatt verfault war (Anat. d. Pfl.

Digitized by Google

101.). Allein es lässt sich fragen: Ob auch bey diesen Versuchen mit der nöthigen Sorgfalt zu Werke gegangen war und insbesondere, ob die untergetauchten Theile ohne alle Verletzung der Oberhaut gewesen, wodurch die Einsaugung der Blätter und Stengel hätte vor sich gehen können. Wenigstens ist mir bey ähnlichen Versuchen kein entsprechender Erfolg zu Theil geworden. Von zween Zweigen von Prunus Padus, deren jeder vier Blätter hatte, senkte ich zwey Blätter, mit Ausschluss des Blattstiels, in Wasser. Bey dem einen hatte ich die eingesenkten Blätter an einigen Stellen von der Oberhaut entblösst, bey dem andern war dies nicht der Fall, die Oberhaut war hier überall ganz unverletzt. An dem ersten waren die ausser dem Wasser gebliebenen Theile noch nach vier Wochen völlig lebendig und gesund: an dem andern hingegen waren sie schon nach vierzehn Tagen abgestorben. Welke Blätter, die sich schnell wieder belebten, wenn ich den Abschnitt des Zweiges, woran sie sassen, in Wasser gestellt, oder langsamer, wenn ich sie in eine feuchte Atmosphäre gebracht hatte, erholten sich, wenn ich sie unter Wasser senkte, mit Ausschluss des Hauptstengels und bey unverletzter Oberhaut, dennoch nicht, wie lange ich auch den Versuch fortsetzen mochte (Verm. Schr. IV. 77.). Feuchtigkeiten bleiben, wenn sie nicht durch die Luft weggenommen werden, oft viele Tage lang auf Blättern stehen, was besonders auffällt, wenn Regen sich in den Vertiefungen gesammelt hat, dergleichen zusammengewachsene Blätter z. B. bey mehreren Arten von Dipsacus bilden. Dieses scheint doch eine völlige Unthätigkeit der Einsaugung für tropfbare Flüssigkeit vorauszusetzen. Damit scheinen Bonnets bekannte Versuche beym ersten Anblick nicht vereinbar. Er legte Blätter mit ihrer Fläche, unter Ausschliessung des Blattstengels, auf Wasser, einige mit der oberen, andere mit der unteren Seite. Bey 14 Kräutern erhielt sich das Leben theils eben so lange, theils beträchtlich länger, wenn sie mit der Oberseite, als wenn sie mit der Unterseite das Wasser berührten. Bey 16 baumartigen Gewächsen hingegen verhielt es sich umgekehrt: die Blätter hielten sich weit länger frisch, wenn sie mit der Unterseite auf dem Wasser lagen (L. c. 8. 14.). Bonnet

Digitized by Google

schliesst aus diesen und andern Erfahrungen, dass die Pflanzen so gut durch ihre Blätter, als durch ihre Wurzeln, Flüssigkeiten in sich aufnehmen, und dass bey Bäumen die Blattfläche, womit dieses geschehe, vorzugsweise die untere zu seyn scheine (L. c. 49.). Noch weit bedeutender war der Unterschied bey Wasserlilien (Nymphaea). Abgesonderte Blätter vertrockneten hier, wenn sie mit der Oberseite auf dem Wasser lagen, statt mit der Unterseite, wie es ihrer Natur gemäss ist, fast eben so schnell, als wenn sie sich ohne alle Verbindung mit dem Wasser befanden (Oeuvr. d'Hist. nat. II. 461.). Allein Duhamel hat zu diesen Versuchen bereits die Bemerkung gemacht (L. c. 161.), dass es ganz etwas Anderes sey, wenn Blätter das Wasser in unmittelbarer Berührung, als wenn sie dasselbe in Dunstgestalt aufnehmen sollen und dass eine Organisation ihrer Oberfläche für beyde Verrichtungen nicht wohl die nemliche seyn könne. Decandolle ist daher der, auch von mir geäusserten Ansicht beygetreten, dass der Erfolg in den Versuchen Bonnets mehr der gehinderten Ausdunstung der unteren Blattseite, als einer Einsaugung derselben, zugeschrieben werden müsse (Phys. I. 61.) und Moldenhawer (Beytr. 98.) hat mit Recht bemerkt, dass in Erklärung des verschiedenen Erfolgs die Ausdunstung der freyen Blattseite von Bonnet zu wenig berücksichtiget sey. Unstreitig muss diese bey den zarten Blättern von Kräutern weit mehr exhaliren, als bey den consistenteren von Bäumen und Sträuchern. Man muss daher, wie ich glaube, eine Einsaugung von tropfbarer Flüssigkeit durch Blätter nur da zulassen, wo entweder die Oberhaut fehlt oder, wie bey unausgebildeten und überhaupt bey zarten Blättern, sehr dünn ist.

§. 301.

Ob Saftgewächse stark einsaugen.

Mehrere Schriftsteller haben die Meynung aufgestellt, dass die sogenannten Saft- oder Fleischgewächse die Feuchtigkeiten der Luft mit ihrer Oberfläche stark einsaugen. Die auffallenden Eigenthümlichkeiten im Bau und in der Lebensweise dieser Gewächse leiteten darauf. Es ist bekannt, dass die Arten von Stapelia, Sedum, Sempervivum, Cactus, Eu-

Digitized by Google

phorbia, Mesembrianthemum u. s. w. sehr kleine und zarte Wurzeln haben, denen viele Feuchtigkeit des Bodens schadet und die deshalb wenig dadurch einzusaugen scheinen. Sie lieben durchgängig einen steinigen, exponirten, sonnenreichen, also überhaupt einen trockenen Standort. Von der Wurzel getrennt, ja sogar im Zimmer frey hängend, leben die beblätterten Stengel nicht allein lange fort, sondern treiben auch neue Blätter und Stengel, ja selbst Blüthe und Frucht. Einen Cactus heptagonus sah Vanmarum noch lebhaft grünen, obschon er vier Jahre hindurch im Treibhause des botanischen Gartens zu Gröningen aufgehangen gewesen war. Andererseits ist das Zellgewebe der Fettpflanzen, bey auffallender Verkümmerung ihrer Gefässsubstanz ungemein entwikkelt und stets von Säften strotzend, so dass nur eine starke Einsaugung der Oberfläche im Stande schien, die Anhäufung dieser bedeutenden Säftemasse zu erklären. Diese stehe, meynt Ingenhouss, im Zusammenhange mit der besonderen Kälte, welche sie an sich haben, indem vermöge derselben die Feuchtigkeit aus der warmen Luft auf ihre Oberfläche sich niederschlage (Vers. mit Pfl. II. 155.). Ich habe an einem andern Orte die Vermuthung geäussert, es mögen vielleicht jene Gewächse der Luft ein Princip entziehen, welches nach Lichtenbergs und Delucs Meynung das Wasser im Zustande luftförmiger Expansion zu erhalten und für die Sinne unmerklich zu machen vermöge, nemlich die Electricität (V. Bau 185.). Allein seitdem ich mich überzeugt, dass sie wenig oder gar nicht ausdunsten, wie andere Gewächse (Verm. Schriften I. 177.), scheinen die darauf bezüglichen Erfahrungen mir hieraus erklärlicher, als aus einer starken Einsaugung. Diese anzunehmen, verbietet nicht nur das träge Lebensprincip und die gewöhnlich sehr dicke, wenig poröse Oberhaut dieser Gewächse, sondern es müssten selbige auch, falls es damit seine Richtigkeit hätte, gleich den Moosen, feuchte Standorte bewohnen, die austrocknenden Strahlen der Sonne fliehen und bey einem wurzellosen Vegetiren in blosser Luft am Gewichte zunehmen. Allein davon nimmt man das Gegentheil wahr. Duhamel sah eine Pflanze vom Mauerpfeffer, die durch ihre Wurzeln keine Nahrung bekommen

Digitized by Google

konnte und stets auf einer Wagschaale im Zimmer lag, an Gewicht merklich abnehmen, während sie immerfort neue Blätter und Zweige austrieb (Phys. d. arb. I. 167.). Gough beobachtete, dass Individuen von Sedum acre, Sed. reflexum, Sempervivum tectorum, Aloë perfoliata, mit entblössten Wurzeln in ein Fenster gelegt, nach einigen Wochen sehr von ihrem Gewichte verloren hatten, obgleich sie fortfuhren zu wachsen (Ueb. d. Quelle der Nahrung saft. Gewächse; Hermbst. Arch. d. Agric. Chemie. 1. Hft.). Wenn also Davy an ähnlichen Gewächsen, so ausser Verbindung mit dem Boden gesetzt und in der Luft aufgehängt worden, eine Gewichtszunahme bemerken wollen (Agricult. Chemie 235.), so hätten die Versuche, woraus dieses Resultat entnommen ist, specieller angeführt zu werden verdient. Es dürfte vielmehr die starke Anhäufung des Safts bey diesen Gewächsen und die Zähigkeit, womit sie ihn, und damit auch ihr Leben, an sich halten, in einer und der nemlichen Ursache beruhen, nemlich in der, bey ihnen so gut als aufgehobenen Ausdunstung, wovon wiederum der Grund weniger in ihrer Organisation, als vielmehr in einer eigenthümlichen Stimmung ihrer Lebenskraft zu suchen ist. Wo aber eine Einsaugung durch die Blätter angenommen werden muss, dürften solcher im Allgemeinen nur zarte, krautartige, abfallende, nicht aber immergrüne, fähig seyn. Auch der Nachtheil, den man von einer sehr trocknen Luft in Treibhäusern wahrnimmt und der Nutzen, den man von einer Schwängerung derselben mit Dünsten bemerkt, dürfte mehr der alsdann verminderten Ausdunstung der Gewächse, als einer Einsaugung von Feuchtigkeit durch ihre Oberfläche zuzuschreiben seyn.

§. 302.

Poren scheinen die Organe der Einsaugung der Blätter.

Was das unmittelbare Organ der Einsaugung betrifft, so fehlt es hier noch sehr an Beobachtungen und Versuchen, wie denn überhaupt die Einsaugung der blattartigen Theile zu den, noch am wenigsten gekannten Phänomenen des Pflanzenlebens gehört: man muss hier also durch Vermuthungen

Digitized by Google

dem Mangel zu Hülfe kommen. Ist es die Oberhaut, welche die Zerstreuung der Feuchtigkeiten des Parenchyms hindert und ist es ihre Durchbrechung an gewissen Stellen durch Oeffnungen, welche der Erweiterung und Verengung fähig scheinen, was die Ausdunstung bewirkt: so muss diese Bekleidung auch hinwiederum Flüssigkeiten das Eindringen an allen andern, als den ebenbezeichneten Stellen, verwehren. Wenn daher das Eyweiss oder die Cotyledonen eines Saamen zum Behufe des Keimens Wasser durch ihre Oberfläche einsaugen, so geschieht es, weil ihnen eine Oberhaut fehlt und ein Beweis, dass diese Wirkung bloss mechanisch erfolge, ist, weil sie auch bey Saamen eintritt, die nicht mehr keimfähig sind. Sobald hingegen die Saamenlappen blattartig über die Erde hervorgetreten und mit Oberhaut überzogen sind, hört diese mechanische Einsaugung der Oberfläche auf und nimmt, in engere Gränzen eingeschränkt und dem Bedürfnisse untergeordnet, einen belebten Character an. Nach diesen Voraussetzungen wird es nicht schwierig seyn, das specielle Organ für die Lebensverrichtung der Einsaugung anzugeben. Schrank hielt die Haare dafür, wenn solche nemlich eine kegelförmige Bildung haben, was doch von den meisten von ihnen gilt (V. d. Nebengefässen 83.), und er sucht die Beweise dafür nicht bloss aus Erfahrung, sondern auch aus der Geometrie beyzubringen. Allein gegen diese Meynung spricht entschieden der Umstand, dass die Haare der Oberhaut in der Art eingepflanzt sind, dass keine Communication ihres Innern mit dem saftigen Parenchym besteht. Völlig dazu aber eignen sich die Poren. Sie stellen die Communication der luftvollen Höhlen des Parenchyms, welche für die Gesammtoberfläche aufgehoben ist, für einzelne Puncte wieder her und sie sind demnach für den Uebergang der Feuchtigkeiten von Aussen nach Innen eben so gut organisirt, als ihre Thätigkeit in einer Richtung, welche jener entgegengesetzt ist, die grösste Wahrscheinlichkeit hat. Hedwig meynt daher, es sey nicht wohl zu läugnen, dass durch eben diese Organe, welche er die Ausdunstungswege der Gewächse nennt, auch von Aussen Feuchtigkeit in ihre Masse gebracht werden könne (Kl. Abhandl. I. 129.). Und eine solche

Digitized by Google

Ansicht ist mit der Saftbewegung im Vegetabil ganz übereinstimmend, insofern diese in einem und demselben Elementartheile des zelligen, wie des röhrigen Systems, zu verschiedenen Zeiten in Richtungen geschehen kann, die sich völlig entgegengesetzt sind. Auch erklärt sich bey dieser Voraussetzung, warum Flüssigkeiten nur in Dunstform, nicht in tropfbarer Gestalt eingesogen werden, indem jene Höhlen zur Aufnahme derselben nicht geeignet erscheinen, wenigstens deren niemals enthalten. Was dagegen sich einwenden lässt ist, dass Moldenhawer die Blattporen des Weisskohls zu Zeiten, wo dessen Ausdunstung lebhaft seyn musste, stets geöffnet, hingegen in thaureichen Nächten, wo man nach den Erfahrungen von Hales und Miller eine Thätigkeit der Einsaugung annehmen darf, immer geschlossen fand (Beytr. 98.). Allein diese Beobachtung, wobey gewiss ein Irrthum leicht möglich ist, bedarf sehr der Wiederhohlung und Bestätigung.

Drittes Capitel.

Luftförmige Aushauchung und Einsaugung der Blätter.

§. 303.

Hales, Bonnet, Priestley.

Die Lehre von der Luftveränderung durch lebende Blätter, oder vom Athmen der Gewächse, ist, der Verdienste der gleich zu nennenden grossen Naturforscher um sie ungeachtet, noch theilweise in Dunkel gehüllt. Nicht nur erfordern die Versuche, deren es dazu bedarf, einen bedeutenden Apparat und eine nicht gemeine Geschicklichkeit, sondern die Resultate haben immer etwas Schwankendes, sofern sie mit veränderter chemischer Theorie auch eine wesentliche Veränderung

Digitized by Google

erleiden müssen. Schon Steph. Hales bemerkte (Veg. Stat. 329.), dass lebende Pflanzen durch ihre Blätter atmosphärische Luft zum Verschwinden brachten und er berechnet das, was von der, mit einer Münzpflanze eingeschlossenen, Luft während zwey bis drey Monaten entweder durch die Pflanze eingesogen oder mit den, aus ihr entwickelten Dünsten verschluckt worden war, auf ein Siebentheil des Ganzen. Zugleich nahm er eine merkliche Veränderung in der übriggebliebenen Luft wahr und eine andere Münzpflanze wollte darin nicht mehr wachsen. Bonnet (Us. d. feuill. 24—34.) sah an frischen Weinblättern, so unter Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt waren, Luftblasen, vornemlich an der Unterseite, sich bilden und nach Entfernung der Sonne wieder verschwinden. Diese Luftentwicklung erfolgte aber nicht, wenn das Wasser zuvor durch Kochen seiner Luft beraubt oder durch Waschen von der Oberfläche der Zweige alle Luft entfernt worden war. Bonnet schliesset daraus, dass die Blasen in diesem Versuche einer Ausdehnung der im Wasser befindlichen, oder der Oberfläche des Gewächses anhängenden Luft ihre Entstehung verdankten; auch bewirkten leblose Blätter das nemliche Phänomen bey Einwirkung des Sonnenlichtes. J. Priestley (Exper. and Observ. I. s. 28.) fand durch eine Reihe von Versuchen, dass Pflanzen, in ihrem natürlichen Boden munter wachsend und bey völlig gesunder Beschaffenheit ihrer Blätter, das Vermögen besässen, eine durch das Athmen, durch Fäulniss organischer Körper, durch das Brennen eines Lichts, verdorbene Luft für das Eudiometer wieder bis auf einen gewissen Grad zu reinigen und er nannte die auf solche Art veränderte Luft die dephlogistisirte, weil sie von ihrem Phlogiston befreyet worden durch Verbindung desselben entweder mit der Pflanze, was ihm das Wahrscheinlichste dünkte, oder mit den beständig von ihr ausgehauchten Dünsten. Er fand ferner (L. c. II. s. 1.) inflammable Luft unter ähnlichen Umständen durch die Pflanzen sehr vermindert und ihrer Entzündbarkeit beraubt; auch beobachtete er, dass grüne vegetabilische Materie oder Blätter unter Wasser dem Lichte ausgesetzt, die Entbindung eben solcher dephlogistisirter Luft in Blasenform veranlassten (L. c.

Digitized by Google

II. s. 2.); was jedoch nur die zuvor im Wasser befindliche Luft war, dephlogistisirt durch die Wirkung der grünen Materie oder der Blätter. Tib. Cavallo (Treat. on the nat. and properties of air) hat diese Ansicht Priestleys von dem Ursprunge der Luft, welche Pflanzen im Sonnenlichte aus Brunnenwasser entbinden, ganz angenommen.

§. 304.

Ingenhouss.

Ingenhouss (Versuche mit Pflanzen, übers. von J. A. Scherer. Wien 1786.) bestätigte die Erfahrung, dass lebende, gesunde Pflanzenblätter, mit gemeiner, und mehr noch mit sehr phlogistisirter Luft eingeschlossen, im Sonnenlichte solche zur Unterhaltung des Athmens und Verbrennens wieder fähig machen, indem sie dieselbe in dephlogistisirte verwandeln. Aber er ermittelte noch genauer, dass Einwirkung des Sonnenlichts dazu unentbehrlich sey, indem er fand, dass bey Abwesenheit desselben Blätter die Luft in eine für das Athmen der Thiere verderbliche, nemlich in sogenannte fixe, verwandelten. Er bestätigte ferner: dass grüne Pflanzentheile aus dem Wasser Blasen entbinden, die im Sonnenlichte entwickelt, als dephlogistisirte Luft, während der Nacht aber, wo die Entbindung weit schwächer war, als eine phlogistisirte, sich verhalten. Es werde demnach, meynte Ingenhouss, durch diesen Vorgang im Wasser nur sichtbar gemacht, was in der Luft weit lebhafter, wegen des fehlenden Hindernisses, des Wassers, vor sich gehe. Seiner Ansicht nach aber, und darin zeigt sich ihr Abweichendes aufs Entschiedenste, kommt hiebey die dephlogistisirte Luft nicht aus dem Wasser, sondern aus den Blättern: indem diese auch ohne Wasser im Sonnenlichte solche geben und dabey in ihren Gefässen und Höhlen immer Luft enthalten von gleicher Qualität, wie die umgebende: wofern nur beyde Theile bey eingetretenen äusseren Veränderungen Zeit gehabt, sich ins Gleichgewicht zu setzen. Diese Luft werde von der Pflanze aus der Atmosphäre oder dem Wasser eingesogen und bey Wiederausstossung im Sonnenlichte dephlogistisirt. Wahr sey, dass dieses nur in luftvollem Wasser geschehe, dennoch aber

Digitized by Google

sey die erscheinende Luft nicht die im Wasser gebundene, die etwa mechanisch von ihm getrennt worden, denn diese verhalte sich schlechter, als gemeine Luft: sondern es sey solche von der Pflanze in ihre Substanz aufgenommen und mit ihrem eigenen Gehalte daran als dephlogistisirte Luft wieder ausgestossen worden. Wenn daher leblose Blätter aus dem Wasser im Sonnenlichte Luft frey machen, so sey solche von schlechter Art. Distillirtes und gekochtes Wasser aber verhindere nicht eigentlich die Luftentbindung aus der Pflanze, sondern nur deren Wahrnehmung, indem es die austretende Luft begierig in sich sauge. In ähnlicher Art verhalte es sich mit der Entbindung der fixen Luft durch die Blätter im Dunkeln; auch sie sey eine von ihnen zuvor eingesogene Luft und jene Verrichtung so gut eine der Pflanze natürliche, als die Aushauchung dephlogistisirter Luft. Denn wiewohl kranke Blätter nicht diese, sondern nur jene von sich geben unter Umständen, wo gesunde Blätter dephlogistisirte Luft ausathmen, so entbinde sich doch auch aus völlig gesunden Blättern im Dunkeln gleichförmig und fortwährend fixe Luft, nur in weit geringerem Maasse, als reine Luft im Sonnenlichte. Die anfängliche Verminderung des Luftraumes dabey sey aus einem Einsaugen der gebildeten fixen Luft durch das, zugleich ausgedunstete, Wasser, von welchem sie sich später wiederum scheide, zu erklären.

§. 305.

Senebier, Woodhouse.

J. Senebier (Phys. chem. Abhandl. über den Einfluss des Sonnenlichts, vorzüglich auf die Pflanzen. A. d. Franz. 1785 *)) stimmt darin mit Ingenhouss überein: dass die Blätter eine dephlogistisirte Luft aushauchen, dass Sonnenlicht dazu unentbehrlich sey, dass die Aushauchung sowohl in der Luft, als im Wasser vor sich gehe, dass

*) Dieses Werk besteht aus vier Theilen, wovon die drey ersten Senebiers Recherches physico-chimiques I—III, der vierte seine Schrift Sur l'influence de la lumière solaire in Uebersetzung enthalten.

Digitized by Google

im letzten Falle das Wasser luftvoll seyn müsse, auch, dass die entbundene Luft dabey aus dem Innern der Pflanze, wo sie zubereitet worden, komme. Allein darin geht er weiter, dass er solche für eine Umwandlung der fixen Luft hält, die von der Pflanze aus dem Wasser oder aus den Wasserdünsten der Atmosphäre aufgenommen worden: indem er sich vorstellt, dass hiebey das Phlogiston von der Pflanze unter Einwirkung des Lichts eingesogen und zur Nahrung verwandt, das Uebrige aber als reine Luft ausgeschieden werde. Worin er aber noch entschiedener von Ingenhouss sich entfernt, ist, dass er die Entbindung der fixen Luft durch die Pflanzen im Dunkeln als eine naturgemässe, mit der Gesundheit übereinstimmende, Verrichtung derselben gänzlich in Abrede stellt: in der Art, dass er die Annahme einer solchen eine Verläumdung der Natur nennt. In einem, fünfzehn Jahre später ans Licht getretenen Werke (Physiol. veget. III.) bekennt Senebier sich fortwährend zu diesen Ansichten, für deren Unterstützung er neue Versuche und Beobachtungen beybringt, nur dass er, in Uebereinstimmung mit der antiphlogistischen Theorie, die indessen herrschend geworden, die Benennungen von fixer und dephlogistisirter Luft gegen die von Kohlensäure und Sauerstoffluft vertauscht hat. Er ist indessen nicht in Abrede, dass in einigen Fällen Gewächse die Kohlensäure, woraus sie im Lichte das Sauerstoffgas bereiten, aus ihrer eigenen Substanz nehmen. Im Dunkeln gaben ihm Blätter unter Wasser durchaus keine Luft, als nur, wenn sie anfingen zu verderben. J. Woodhouse, ein Amerikanischer Chemiker (Versuche u. Beob. üb. die Vegetation: Gilb. Annalen XIV. 348.), ohne mit Senebiers Arbeiten, wie es scheint, bekannt gewesen zu seyn, gelangte, was die Entbindung der Sauerstoffluft durch die Pflanzen und die Bedingungen, so wie die Theorie dieses Vorgangs betrifft, ungefähr zu den nemlichen Resultaten. Auch er schreibt die Erzeugung der Kohlensäure durch die Blätter einem welkenden Zustande derselben zu.

Digitized by Google

§. 306.

Theod. de Saussure und die Neuern.

Theod. de Saussure (Rech. chim. sur la végétation 1804.) tritt gewissermaassen als Vermittler der Ansichten von Ingenhouss und Senebier auf. Indem er nemlich dem Letzgenannten beytritt, was die Bildung des Sauerstoffgas von den grünen Pflanzentheilen durch Zersetzung der Kohlensäure im Sonnenlichte betrifft, findet er, dass auch andrerseits Sauerstoffgas aus dem Luftraume von den Blättern aufgenommen werden muss, wenn ihr Leben fortdauern soll. Im Dunkeln nemlich absorbiren grüne Theile bey voller Gesundheit dasselbe aus der Atmosphäre, deren Volumen dabey vermindert wird und es bildet sich Kohlensäure in der Pflanze, indem der Kohlenstoff derselben sich mit dem aufgenommenen, seiner Elasticität beraubten, Sauerstoffe verbindet. Die Pflanze ist damit gesättiget, wenn eine ihrem Volumen gleichkommende Verminderung des Luftvolumen eingetreten: dann erst, aber bey Fettpflanzen noch weit später, erfolgt ein Austritt von Kohlensäure, deren Volumen jedoch dem des absorbirten Sauerstoffgas nicht gleich kommt. Am Tage hingegen und im Lichte wird die Kohlensäure, wenn sie einen mässigen Antheil der Atmosphäre der Pflanze ausmacht, wieder zersetzt; es wird unter Vermehrung des Volums Sauerstoffgas ausgehaucht und die freygewordene Kohle der Masse des Gewächses hinzugefügt, deren Gewicht sie vermehrt. Diese Ergebnisse sind von Saussure mit andern wichtigen Untersuchungen in Verbindung gebracht worden. Ihnen haben sich Link (Grundlehren 284. Nachtr. I. 62.), H. Davy (Syst. der Agriculturchemie), J. L. Palmer (De plant. exhalat. Tub. 1817.), C. C. Grischow (Unters. üb. d. Athmungen d. Gewächse. Lpz. 1819.) und fast alle Chemiker und Pflanzenphysiologen der neueren Zeit angeschlossen. Nur in Nebenumständen der Theorie finden sich Abweichungen unter den Beobachtern. So glaubt z. B. Grischow die zur Nachtzeit von den Pflanzen ausgehauchte Kohlensäure nicht, wie Saussure, entstanden durch eine unmittelbare Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem

Digitized by Google

Kohlenstoff der Pflanzen, sondern er stellt sich vor, dass jener auf den mit Kohlensäure immer gesättigten Pflanzensaft wirke und den Austritt derselben, als Excretum, durch Anregung der Lebensthätigkeit der Pflanze, bewirke. Auch zeigt sich begreiflicherweise in den Zahlen, welche die Resultate der Versuche angeben, eine grosse Verschiedenheit; was aber nicht den Beobachtern als Mangel an Geschicklichkeit anzurechnen, sondern der Schwierigkeit der Versuche selber und der Veränderlichkeit der Gegenstände, womit experimentirt wird, beyzumessen ist. Wir wollen daher versuchen, die Hauptresultate, worüber die besten Beobachter einig sind, hier neben einander zu stellen.

§. 307.

Respiration im Lichte unter kohlensaurem Wasser.

Blätter und andere grüne Pflanzentheile, in Wasser, welches Kohlensäure enthält, gesenkt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, bedecken sich mit Luftblasen, wobey das Wasser luftleer wird: diese Luft ist ein Sauerstoffgass, manchmal rein, gewöhnlich aber mit andern irrespirabeln Luftarten, besonders mit Stickgas, gemengt. Saussure (A. a. O. 56.) sah zwar auch die rothen Blätter von Atriplex hortensis so gut, als die grünen, Sauerstoffgas in gedachter Art entbinden: aber es ist zu erwägen, ob die rothe Farbe in diesem Falle nicht bloss der Oberhaut angehörte. Diese nemlich hat hiebey, wie es scheint, keinen Antheil: man kann sie daher abziehen, die Blätter zerschneiden u. s. w., ohne dass die Wirkung gehindert werde. Im Wasser, welches durch Kochen oder durch Kali (Grischow a. a. O.), seiner Kohlensäure beraubt worden, findet daher im Allgemeinen keine Luftentbindung Statt: hingegen wird sie wiederhergestellt in dem Maasse, als man das Wasser mit Kohlensäure schwängert (Das. 207.); auch ein Zusatz kleiner Antheile von Säure zum Wasser befördert sie, indem dadurch die Kohlensäure aus ihren erdigen Verbindungen losgemacht wird. Die Quantität Luft, welche die Blätter auf diese Weise entbinden können, ist begreiflicherweise grösser, als die, welche sie in der Luft geben; Lythrum Salicaria z. B. entband in Einem Tage

Digitized by Google

ein Volumen Luft, welches 7 bis 8 mal das seinige betrug (Saussure 57.). Sie ist, alles Uebrige gleich gesetzt, im Verhältnisse der Oberfläche (Daselbst); auch ist sie bey gleicher Grösse beträchtlicher bey den zerschlitzten Blättern, welche dem Wasser mehr Berührungspuncte darbieten, als bey den ungetheilten. Bey Wasserpflanzen sind solche Blätter gewöhnlich und Ad. Brongniart vergleicht diese daher den Kiemen der wasserathmenden Thiere nicht unpassend. Saftige Blätter findet Saussure im Wasser weniger luftgebend: mir schienen sie es mehr zu seyn, als andere von gleicher Grösse und ihr dickes grosszelliges Parenchym, welches dem Lichte tief einzudringen gestattet und seiner Wirkung viele Flächen entgegenstellt, scheint dieses zu rechtfertigen. Gleichwohl geschiehet die Luftentbindung nicht bloss an der Oberfläche: denn an Stengeln und Blättern von Wassergewächsen siehet man, wie bereits gemeldet, wenn solche unter Wasser durchschnitten sind, aus den Lufthöhlen im Sonnenlichte ununterbrochene Ströme von Luft austreten. Die von den Blättern entbundene Luft ist ein Sauerstoffgas, aber häufig mit Kohlensäure und noch mehr mit Stickgas gemengt. Ueber den Antheil des Sauerstoffgas an jedem Luftvolumen, so von 25 verschiedenen Pflanzen im Wasser ausgeathmet worden, hat Decandolle (Phys. I. 123.) eine Zusammenstellung nach seinen und Saussure's Beobachtungen gegeben, woraus indessen keine Beziehung auf die Natur der zu den Versuchen angewandten Pflanzen sich ergiebt. Ohne Zweifel hat die Beschaffenheit ihrer Lebensverrichtungen, des Wassers, der enthaltenen Luft, der Lichteinwirkung und andere Umstände entscheidenden Einfluss darauf. Auch unbelebte Körper, welche dem Wasser viele Berührungspuncte bieten, z. B. Wolle, Baumwolle, Seide, Asbestfäden u. s. w. entbinden nach Rumfords Beobachtungen Sauerstoffluft aus dem Wasser: aber Woodhouse (A. a. O. 358.) erhielt davon nur den vierten Theil so viel, als Pflanzenblätter unter gleichen Umständen gaben; auch war sie im letzten Falle von grösserer Reinheit. Das Nemliche lehren Grischow Beobachtungen (A. a. O. 207.).

Digitized by Google

§. 308.

In atmosphärischer Luft im Dunkeln.

Im Schatten und Nachts hingegen machen gesunde Blätter, mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas eingeschlossen, von dem Sauerstoffe des Luftraumes einen Theil verschwinden und athmen Kohlensäure aus; wobey eine Verminderung der Luftvolumen bemerkt wird. Es ist nicht gegründet, was Senebier gegen Ingenhouss behauptete und was auch Woodhouse vermuthete: dass Blätter, um sich so zu verhalten, krank oder abgestorben seyn müssten. Davy sagt (A. a. O. 253.), auch er habe früher diese Meynung gehegt, aber von einer völlig gesunden Selleripflanze schon nach wenigen Stunden die erzeugte Kohlensäure wahrgenommen. Damit jedoch die Pflanze dabey gesund bleibe muss ihre Atmosphäre Sauerstoffgas enthalten; eine beträchtliche Menge von irrespirabeln Luftarten, besonders von Kohlensäure in derselben bey ausgeschlossenem Lichte, tödtet sie, obgleich sie noch Kohlensäure aushauchen kann (Saussure 33. 70.). Die Menge des Sauerstoffs, welche Blätter im Dunkeln verschlucken, ist sehr verschieden: am meisten verzehren davon nach Saussure (A. a. O. 99.) im Durchschnitte die im Winter sich entlaubenden Bäume und Sträucher; ihnen folgen die krautartigen, nicht wasserbewohnenden Pflanzen; dann kommen die immergrünen Bäume und Sträucher, dann die Sumpf- und Wasserpflanzen und endlich die fleischigen Gewächse, die am wenigsten consumiren. Aber es giebt hier der Ausnahmen so viele und äussere, wie innere, Ursachen müssen einen so bedeutenden Einfluss darauf haben, dass man kaum noch eine Regel anerkennen kann (Grischow 7.). Die Luftverminderung zeigte sich mir auffallend, wenn ich an einen luftdicht verschlossenen Kolben, der einen beblätterten Zweig enthielt, ein Glasrohr kittete, worin Wasser aufsteigen konnte. Dieses lief dann in den Kolben, doch traten auch Perioden ein, wo die eingeschlossene Luft sich wieder expandirte und vornemlich war dieses am Tage zu bemerken (M. Beytr. 39.). Betreffend das Verhältniss des Sauerstoffgas zur Kohlensäure, so beträgt nach Grischow (A.

Digitized by Google

a. O. 9.) die Inspiration von Sauerstoffgas $^4/_3$ vom Volum der Pflanze, die gebildete Kohlensäure aber nimmt nur $^3/_4$ des eingeathmeten Sauerstoffgas ein. Die Saftgewächse haben das Eigenthümliche, dass sie anfänglich im Dunkeln Sauerstoffgas verschlucken, ohne Kohlensäure auszuscheiden. Saussure fand z. B. (A. a. O. 61. 66.), dass eine Cactus Opuntia $^3/_4$ bis $^5/_4$, also etwa das Einmalige seines Volums an Sauerstoffgas in sich aufnahm: erst dann schien sie gesättiget und gab nun Kohlensäure von sich. Bey nichtfleischigen Gewächsen hingegen ist die Ausscheidung von Kohlensäure sogleich mit der Aufnahme des Sauerstoffes verbunden. Auch Stickluft wird dabey ausgeathmet (Grischow a. a. O. 15. 17.). Ingenhouss wollte bemerkt haben, dass auch unter Wasser aus Blättern im Dunkeln sich Kohlensäure in sichtbarer Gestalt entbinde: allein Senebier und Grischow (A. a. O. 184.) stellen es ausdrücklich in Abrede und auch andere neuere Beobachter erwähnen dessen nicht. Es scheint demnach die freygewordene Kohlensäure hier gleich vom Wasser verschluckt zu werden, indem dasselbe dann Zeichen giebt, dass es solche enthalte, wie Senebier ausgemittelt hat.

§. 309.

In kohlensäurehaltiger Luft im Sonnenlichte.

In atmosphärischer Luft, der eine mässige Portion Kohlensäure beygemengt ist, machen Blätter und blattartige Theile, wenn sie gesund und kräftig sind, unter dem Einflusse des Sonnenlichts die Kohlensäure verschwinden und vermehren, unter Vergrösserung des Luftvolums, den Antheil des Sauerstoffgas, wobey sie zugleich Stickgas entwickeln. Wie gross der Antheil der Kohlensäure an der Atmosphäre seyn müsse, damit Sauerstoffluft am schnellsten und reinsten sich entbinde, ist nicht leicht zu bestimmen: ohne Zweifel hat die Beschaffenheit der Pflanze, der Atmosphäre, der Lichtwirkung entscheidenden Einfluss darauf. Nach Saussure (A. a. O. 31) nahmen Erbsenpflänzchen, bei $^1/_{12}$ Kohlensäure des Luftraumes, im Sonnenlichte am meisten an Masse zu und verwandelten fast alle Kohlensäure in Sauerstoffgas. Davy (A. a. O. 252.) sah Pflanzen in einem Luftraume; der zur Hälfte

Digitized by Google

aus Kohlensäure bestand, nicht mehr freudig wachsen, aber Arenaria tenuifolia brachte in kohlensaurem Gas fast reine Sauerstoffluft hervor. Dagegen bemerkte Saussure, dass die Pflanzen sehr schnell verdarben, wenn der Luftraum zu 2/3, zu 3/4, oder ganz aus Kohlensäure bestand oder wenn er, ausser einem mässigen Antheile von Kohlensäure, kein Sauerstoffgas, sondern Stickgas enthielt. Er fand auch (A. a. O. 40.) dass von der im Sonnenlichte durch die Athmungen von Singrün, Münze u. s. w. im Luftraume verschwundenen Kohlensäure 2/3 des Volums durch die entbundene Sauerstoffluft, das Uebrige durch die freygewordene Stickluft eingenommen ward, wobey die Pflanzen an Kohle zugenommen hatten. Ingenhouss glaubte aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass das Licht hiebey blos als solches, und nicht durch Erwärmung wirke: allein Saussure zeigt (A. a. O. 54.), dass auch die wärmende Kraft desselben hiebey in Anschlag gebracht werden müsse. Bey seiner Einwirkung auf die dunstförmige Aushauchung wird das Nemliche wahrgenommen.

§. 310.

In eingeschlossener atmosphärischer Luft.

Blätter und überhaupt grüne Pflanzentheile mit einer bestimmten Portion atmosphärischer Luft eingeschlossen, verändern solche, so lange sie frisch bleiben, im Ganzen nicht: indem die periodischen Veränderungen darin sich dermaassen wieder aufheben, dass das Resultat das Nemliche bleibt. Woodhouse hat diese Bemerkung bereits gemacht und Link (Grundl. 283.) sie bestätiget. Der Erstgenannte führt (A. a. O. 351. 359.) eine Menge von Gewächsen an, welche die Luft, womit sie Tagelang eingeschlossen gewesen, so gut als gar nicht verschlechtert hatten. Saussure fand (A. a. O. 91.), dass Pflanzen mit dünnen Blättern z. B. Mentha, Epilobium, Lythrum, in einen Recipienten mit gemeiner Luft eingeschlossen und während dieser Zeit der abwechselnden Einwirkung von Sonne und nächtlicher Dunkelheit ausgesetzt, ihre Atmosphäre weder an Reinheit, noch im Volumen verändert hatten: indem eine gesunde Pflanze so viel Sauerstoffgas, als sie absorbirt, auch wieder im Sonnenlichte aushaucht und um so viel, als sie ihre Atmosphäre während der

Digitized by Google

Nacht vermindert, sie am Tage wieder vergrössere (Das. 62.). Wenn daher Burnett, als er frischgepflückte Blätter in wohlverschlossenen gläsernen Flaschen, die ausser atmosphärischer Luft, etwas Wasser enthielten, der Sonne, dem Tageslichte, und dem Schatten, der Dunkelheit ausgesetzt hatte, in diesen viel Kohlensäure, in jenen viel Sauerstoffgas mit etwas Kohlensäure erhielt (Journal of the R. Inst. Oct. 1830.), so dürfte das miteingeschlossene Wasser einen bedeutenden Antheil am Erfolge gehabt haben. Auch Grischow überzeugte sich, dass beblätterte Weidenzweige, welche in Gläsern während 10 Tagen und Nächten eingeschlossen gewesen und indessen häufig der Wirkung des Sonnenlichts genossen, in der mit ihnen eingeschlossenen Luft durchaus keine Veränderung bewirkt hatten (A. a. O. 26.). Unsere Atmosphäre ist gewissermaassen als ein solcher eingeschlossener Luftraum zu betrachten und demnach die Wirkung der Pflanzen auf dieselbe in Bildung sowohl von Kohlensäure, als von Sauerstoffgas, im Ganzen nicht hoch anzuschlagen. Die ersten schildert Ingenhouss als zu verderblich für das Athmen von Menschen und Thieren, die wohlthätigen Wirkungen des andern für den nemlichen Zweck erhebt Senebier zu sehr, und beyde kommen darin überein, dass durch die Athmungen der Pflanzen im Sonnenscheine unserer Atmosphäre beständig ein Ueberschuss reiner und für Thiere respirabler Luft zugeführt werde. F. W. Schelling (V. d. Weltseele 202—212.) betrachtet demzufolge die Pflanzen als das Oxydirende, die Thiere als das Desoxydirende des Luftkreises. Auch Saussure glaubt, dass durch die Exspirationen der Gewächse unser Luftkreis mehr Sauerstoff erhalte, als ihm durch ihre Inspirationen entführt wird und H. Davy führt Versuche an (A. a. O. 257.), welche dieses für gesunde Pflanzen bey den gewöhnlichen Veränderungen der Witterung und dem stattfindenden Wechsel von Licht und Finsterniss, ebenfalls wahrscheinlich machen sollen. Aber Woodhouse hat diese Ansicht bereits in dem mehrerwähnten Aufsatz mit, wie ich glaube, siegenden Gründen bekämpft. Auch Palmer (A. a. O. 35.) und Grischow (A. a. O. 116.) suchen darzuthun, dass dadurch keine merkliche Veränderungen im Luftkreise

Digitized by Google

vorgehen und wenn man zugleich das, unter allen Umständen und unter den verschiedenartigsten Einwirkungen sich immer gleichbleibende, Verhältniss der Bestandtheile desselben erwägt, so kann man, meines Erachtens, nicht umhin, diesem Urtheile beyzutreten.

§. 311.

Respiration nichtgrüner Pflanzentheile.

Nichtgrüne Pflanzentheile, insbesondere Wurzeln, Holz, trockne Rinde, Blumenblätter, reife Früchte und Saamen in Berührung mit atmosphärischer Luft, hauchen allemal, sowohl im Sonnenlichte, als im Schatten und Nachts, Kohlensäure aus, unter Verschluckung des Sauerstoffgas der Atmosphäre. Darüber sind, seitdem Ingenhouss diese Thatsache schon vollständig ermittelte, alle Beobachter einig. Auch Blätter, welche sich im Herbste roth gefärbt haben, selbst wenn sie nur erst einen Anfang dieser Färbung zeigen, entwickeln kein Sauerstoffgas mehr im Sonnenlichte (Macaire in Mem. de l. Soc. de Phys. d. Genève IV. 47.). Die Absorption des Sauerstoffs durch nichtgrüne Theile, folglich die Entwicklung von Kohlensäure durch sie, ist desto stärker, je grösser der Antheil des Sauerstoffgas in der Atmosphäre ist. So lange die Früchte jedoch unreif sind, verhalten sie sich, nach den Beobachtungen von Saussure, wie Blätter und hauchen im Sonnenscheine Sauerstoffgas aus. Auch unter kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt vermögen Wurzeln daraus nur Kohlensäure und Stickgas, nicht aber Sauerstoffgas, zu entbinden. Wie die Wurzeln, Blumen und reifen Früchte scheinen auch die cryptogamischen Gewächse, sobald sie nicht grün sind, sich zu verhalten: die aber mit grüner Farbe theilen die Wirkung der Blätter von Phanerogamen auf die Atmosphäre. Im letzten Falle bewirken sie, sobald sie von Natur mit keiner Oberhaut versehen sind, die Entbindung von Sauerstoffgas im Sonnenlichte nur unter Wasser. Unter solchem gaben daher Laub- und Lebermoose eine reichliche, ziemlich reine Sauerstoffluft (Grischow a. a. O. 220.). Das Nemliche gilt von den grünen Wasseralgen; Conferven und Ulven erheben sich da-

Digitized by Google

durch vom Grunde des Wassers an dessen Oberfläche und die sogenannte grüne Materie, woran Priestley und Ingenhouss das Vermögen, reine Luft auszuathmen, in so vorzüglichem Grade bemerkten, ist nach den Abbildungen des Letztgenannten (Verm. Schr. II. T. 2.) nichts als der unvollkommenste Zustand einer fadenförmigen Wasseralge. Das Verhalten nichtgrüner Algen wird verschieden angegeben. Decandolle erhielt aus der Ulva purpurea im Sonnenlichte eine Luft, die $^3/_5$ an Sauerstoffgas enthielt. Aber aus Flechten, die sich unter Wasser befanden, erhielt Grischow nur Kohlensäure und Stickluft; auch Al. von Humboldt sagt (Fl. Friberg. 179.), sie gäben kein Sauerstoffgas von sich. Was endlich die Schwämme betrifft, so beobachtete der letztgenannte Naturforscher (L. c. 174. 180.) vom Agaricus campestris und A. androsaceus in atmosphärischer Luft und in Sauerstoffluft ein Aushauchen von Wasserstoffgas, welches sowohl Tages als Nachts fortdauerte. Marcet hingegen folgert aus seinen Versuchen über diesen Gegenstand (Mém. d. l. Soc. de Phys. de Genève VII.): dass die Schwämme, indem sie der atmosphärischen Luft, womit sie eingeschlossen, sowohl Tages als Nachts den Sauerstoff kräftig entziehen, mit ihm Kohlensäure bilden; so wie, dass im reinen Sauerstoffgas der, von den mit eingeschlossenen Schwämmen verschluckte, Sauerstoff nicht allein zur Bildung von Kohlensäure verwandt, sondern auch theilweise in dem Schwamme fixirt und durch eine gleiche Quantität von Stickgas, welches sich aus ihm entwickelt, ersetzt werde.

§. 312.

Ursprung der Kohlensäure.

Die Erklärung der, der Hauptsache nach bisher erzählten Resultate führt bedeutende Schwierigkeiten mit sich und fast Jeder der Berichterstatter modificirt solche nach seinen individuellen Ansichten. Agardh glaubt dem Factum sein isolirtes Vorkommen zu benehmen, wenn er die nächtlichen Luftveränderungen durch die Gewächse dem, was beym Keimen geschieht, vergleicht, so wie die täglichen den Wirkungen der erwachsenen Blätter (Allg. Biol. d. Pflz. 40.):

Digitized by Google

aber in der That kommt dadurch die Erklärung um keinen Schritt weiter. Es fragt sich daher zuförderst: welches der Ursprung der Kohlensäure sey, die im Dunkeln, unter Verschwindung von atmosphärischem Sauerstoffgas, aus den Pflanzenblättern frey wird. Hier ist eine zwiefache Ansicht möglich. Entweder bildet der Sauerstoff der Luft mit dem Kohlenstoff der grünen Theile Kohlensäure, die gleich nachdem sie gebildet worden ausgeschieden wird: Oder die Kohlensäure ist bereits im Parenchym der Blätter befindlich und der Sauerstoff, indem er den verbrennlichen Theilen sich verbindet, löset die Verwandschaft zwischen ihnen und der Kohlensäure und macht, dass diese aus der Pflanze entfernt wird. Die ersterwähnte Meynung war die von Senebier und auch, wie es scheint, die von Saussure. Dabey lässt sich jedoch nicht wohl begreifen, wie es zu einer Anhäufung von Kohle bey Pflanzen kommen können, die nie des Sonnenlichts geniessen, auch warum Saftgewächse den eingeathmeten Sauerstoff so lange in sich zurückhalten, ehe sie Kohlensäure ausathmen. Es haben daher Link, und besonders Grischow, zu zeigen versucht, dass die Kohlensäure als ein Product der Pflanze selber betrachtet werden müsse; auch mein Bruder ist insofern dieser Meynung, als er in Abrede stellt, dass der Sauerstoff der Luft materiell zur Kohlensäure beytrage, obwohl er gewöhnlicherweise eine Bedingung dieser Bildung sey (Biol. IV. 83.). Und für diese Meynung ist in der That ein bedeutendes Uebergewicht der Gründe. Nach einer Erfahrung von Saussure, welche Palmer (A. a. O. 54.) bestätiget, athmen Pflanzen auch in Stickgas oder in Wasserstoffgas, solange es ohne ihren Nachtheil geschehen kann, eingeschlossen Kohlensäure aus. Ueberall wo Pflanzensäfte gesäuert werden, z. B. bey der Zuckerbildung in keimenden Saamen, bey der Gährung u. s. w. nehmen wir ein Entweichen von Kohlensäure wahr, zu deren Bildung doch offenbar der eingeathmete Sauerstoff der Atmosphäre nicht verwandt wird. Es ist dieser Ansicht nicht entgegen, dass das Volumen der Kohlensäure dem des gebundenen Sauerstoffgas mit geringen Abweichungen gleich kommt: da nur so viel, als die Verwandschaft auf der einen Seite bindet, auf der anderen gelöset

Digitized by Google

wird und das Princip der Elasticität nur vom Sauerstoff zur Kohlensäure übergeht. Was sie aber vorzüglich bestätiget ist eine Beobachtung von Benj. Heyne. Dieser fand (Linn. Transact. VII.) die Blätter von Cotyledon calycina, welche um Mittag geschmacklos waren und gegen Abend fast bitterlich schmeckten, des Morgens von einem fast noch saurerem Geschmacke, als Sauerampfer. Link fand, durch Erfahrungen im botanischen Garten zu Berlin, dies nicht nur bestätiget, sondern auch chemische Reagentien zeigten Morgens die deutliche Säure der Blätter, welche nicht Kohlensäure war (Jahrb. d. Gew. Kunde I. 2. 73.), wohl aber deren Entweichung während der Nacht veranlasst haben musste. Denn da angenommen werden muss, dass der Pflanzensaft immer sowohl das Element der Kohle, als Kohlensäure, enthält, von denen jene mehr Verwandschaft zum Sauerstoffe der Luft, als zu dieser, hat, so erscheint die Excretion der Kohlensäure dadurch als eine natürliche und gesundheitsgemässe Verrichtung der Pflanzenblätter, wie sie es der Lungen und Kiemen der Thiere ist.

§. 313.

Quelle des Sauerstoffgas.

Das Sauerstoffgas dagegen, welches grüne Pflanzentheile unter den mehrangeführten Umständen entbinden, kann nicht in ihnen vorhanden gewesen seyn, wenigstens haben wir keine genugsamen Beweise dafür. Ingenhouss, welcher es einer Umwandlung der zuvor aufgenommenen gemeinen Luft zuschrieb, war doch genöthiget anzuerkennen, dass in manchen Fällen das Wasser selber oder dass eine, es sey in demselben oder in der Pflanze befindliche Substanz sich in diese Luftart umgewandelt haben müsse. Berthollet wollte den Ursprung desselben lediglich von einer Zersetzung des Wassers durch das Sonnenlicht herleiten. Hingegen Senebier, Saussure und fast Alle, welche später über die Athmungen der Gewächse geschrieben, lassen die Kohlensäure des Wassers oder der Luft, ausnahmsweise auch die im Parenchym befindliche, im Sonnenlichte durch die Blätter zersetzt werden und ihre Kohle das verbrennliche Element der Pflanze vermehren, den Sauer-

Digitized by Google

stoff aber mit dem Wärmeelement zu einem elastischen Körper verbunden als Sauerstoffgas sich darstellen. Es scheint diese Ansicht zu bestätigen, was Saussure (A. a. O. 40.) beobachtete: dass Sinngrün- und Münzpflanzen, welche die einem Luftraume zugemengte Kohlensäure in Sauerstoffgas verwandelt, dabey um etliche Gran an Kohle zugenommen hatten; was bey ähnlichen Pflanzen, die in gemeiner Luft geathmet, nicht der Fall war. Allein wenn dieses ein natürlicher Ernährungsprocess ist, warum denn verschlucken nur grüne Pflanzentheile die Kohlensäure und warum thun dieses nicht auch andere? Warum vertragen die Pflanzen nur einen so mässigen Zusatz von Kohlensäure zu der Luft, worin sie Sauerstoffgas entbinden sollen? Warum lieben so viele Pflanzen z. B. die meisten Orchideen, den tiefen Schatten, wo sie kein Sauerstoffgas aushauchen können, während sie doch lebhaft grünen und blühen? Decandolle nimmt freilich an (Phys. I. 130.), dass auch beym gewöhnlichen Tageslichte, ohne directes Einfallen der Sonnenstrahlen, die Blätter etwas Kohlensäure zersetzen, und dieses gründet sich, wie es scheint, auf eine von Saussure (A. a. O. 54.) angeführte Beobachtung: allein so wenig Saussure, als Decandolle selber, legen ein bedeutendes Gewicht darauf. Ingenhouss wenigstens bemerkte, dass die Luftentwicklung unter Wasser in dem Augenblicke aufhörte, wo das Sonnenlicht durch eine vor dieses Gestirn getretene Wolke oder durch einen andern undurchsichtigen Gegenstand aufgefangen ward, und davon habe ich ebenfalls öfter Gelegenheit gehabt, mich zu überzeugen. Ruhland (Schweigg. N. Journ. f. Chemie u. Phys. XX. 455.) ist der Meynung, dass die Luft, welche Blätter unter Wasser im Sonnenlichte zum Vorschein bringen, nicht aus dem Wasser komme, sondern von ihnen zuvor im Dunkeln absorbirt worden: indem er unter Umständen, wo diese Absorption nicht hatte Statt finden können, keine Luftentbindung durch sie beobachtete. Allein diese, von keinem andern Physiker getheilte Ansicht ist damit im Widerspruche, dass in dem nemlichen Masse Gas entbunden wird, als das Wasser mit Luft geschwängert ist.

Digitized by Google

§. 314.

Aus dem Parenchym des Blattes.

Von der andern Seite ist eine Veränderung des Zellensaftes der Blätter beym Athmen in der Sonne nicht in Abrede zu stellen. B. Heyne beobachtete schon (A. a. O.), dass der Blättersaft von Cotyledon calycina dabey seine, während der Nacht angenommene, saure Beschaffenheit verlor: aber Link machte die Bemerkung, dass dieses nur dann der Fall war, wenn die Blätter der Sonne ausgesetzt gewesen, sonst nicht, und die nemliche Veränderung des Saftes durch das tägliche Athmen nahm er auch an vielen andern Saftpflanzen wahr. Gleichwohl gehört ein säuerliches Reagiren des Saftes bey diesen Gewächsen zum gewöhnlichen Leben und zur Gesundheit. Meine Meynung ist daher, dass das Ausathmen von Sauerstoffgas durch die Pflanzenblätter im Sonnenlichte ein erzwungener Zustand derselben sey und, weit entfernt, dass dasselbe hiebey die Ernährung, gemäss den Hypothesen von Senebier und Saussure, befördern sollte, scheint es derselben vielmehr hinderlich zu seyn. Ich stelle mir nemlich vor, dass durch das Sonnenlicht die Anziehung des Elements der Kohle gegen die Kohlensäure in eben dem Maasse verstärkt werde, als in Abwesenheit desselben die Anziehung gegen den Sauerstoff der Luft, wie es wahrscheinlich ist, überwiegt. Der hiebey freywerdende Sauerstoff des Pflanzensaftes macht auch den der Kohlensäure, die ihren elastischen Zustand verliert, aus seiner Verbindung los und nimmt, dem elastischen Princip verbunden, die Natur der Sauerstoffluft an. Dieser Ansicht nach würde weder der Sauerstoff der Blätter allein, noch die Kohlensäure ihrer atmosphärischen Umgebung allein, die Grundlage der ausgeathmeten Sauerstoffluft geben, sondern nur beyde gemeinschaftlich. In einem von Senebier beschriebenen Versuche (Phys. veg. III. 225.) entbanden Pfirsichblätter Sauerstoffgas aus Kohlensäure, wovon sie einen Theil aus ihrer Umgebung, einen andern Theil aber durch den Abschnitt des Zweiges, der in kohlensaures Wasser tauchte, mussten eingesogen haben. Fettpflanzen, deren Säfte gewöhnlich säuerlich sind, geben Sauerstoffluft erst nachdem sie die Kohlensäure zu diesem Behufe in ihre eigene

Digitized by Google

Substanz aufgenommen und an sich gehalten haben. Obschon daher diese Theorie eine grössere Zusammensetzung von Wirkungen voraussetzt, so scheint sie mir doch die einzige zu seyn, womit alle Erscheinungen vereinbar sind. Die im Dunkeln ausgeschiedene Kohlensäure, die im Sonnenlichte ausgehauchte Sauerstoffluft, sind wahre Absonderungen, welche das Blattparenchym gemacht hat.

§. 315.

Vergleichung mit dem Athmen der Thiere.

Es erscheint demnach der Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren in der Respiration nicht so bedeutend, als Einige es vorgestellt haben. Die Pflanzen excerniren so gut Kohlensäure, unter Verschluckung des atmosphärischen Sauerstoffs, als die Thiere, und diese Verrichtung ist nicht weniger bey ihnen als eine naturgemässe zu betrachten. Aber die Einwirkung des Lichts, welche bey den mehr materiellen Lebenserscheinungen der Thiere ohne Einfluss ist, verändert bey den Pflanzen die Richtung und das Product dieser Thätigkeit auffallend. Daher die Excretion des Sauerstoffs unter diesen besondern Umständen durch sie; etwas, wovon meines Wissens in der thierischen Haushaltung noch nichts bemerkt worden, wenn man nicht vielleicht die Ausscheidung von Sauerstoffgas in der Schwimmblase von Seefischen, die in grossen Tiefen sich aufhalten (G. R. Treviranus Ges. n. Erschein. II. 355.), dahin rechnen will. Ueber den Einfluss des Stickstoffs der Atmosphäre lässt sich, wie bey der Respiration der Thiere, nichts Bestimmtes angeben. Davy (Syst. d. Agr. Chemie 240.) vermuthet, dass seine Wirkung in beyden Fällen negativ sey, nemlich insofern er die zu energische Wirkung des Sauerstoffs mässige und als Medium diene, in welchem die wirksameren Theile der Luft thätig seyn können und dieses ist auch das Wahrscheinlichste. Andere Unterschiede der beyden Reiche rücksichtlich der Athmungsfunction, scheint der Sitz und die Ausbreitung des respirirenden Organs darzubieten. Bey den Pflanzen ist dasselbe über die ganze Oberfläche, so weit sie grün ist, ausgebreitet: bey den Thieren hingegen, welche durch Lungen

Digitized by Google

athmen, auf eine gewisse Höhle beschränkt, worin sie durch einen eigenen antagonistischen Muskelapparat immer erneuert wird. Wie also bey den Thieren überhaupt die Nahrung erst in eine gewisse Höhle aufgenommen und verdauet wird, ehe sie, was bey den Pflanzen ohne weitere Vorbereitung geschiehet, in die Gefässe aufgenommen werden kann, so ist es auch auf gewisse Weise mit einer Nahrung von anderer Art, welche die Luft giebt (Agardh Biol. d. Pfl. 37.). Allein bey den Thieren, welche durch Kiemen athmen, findet schon ein mehr unmittelbarer Zutritt der im Wasser verbreiteten Luft zur Säftemasse Statt und die Erneuerung ist weniger der Muskularthätigkeit unterworfen. Noch mehr ist dieses der Fall da, wo das Athmen durch Tracheen und Stigmate vor sich geht: indessen ist kein Grund vorhanden mit Agardh (A. a. O.) zu vermuthen, dass die Luftveränderung, wenn dieser Athmungsprocess im Lichte vor sich geht, mehr der durch Pflanzen unter ähnlichen Umständen bewirkten, als der Veränderung durch die Lungen der höhern Thiere, gleichen möge. Ausser dem eigentlichen Respirationsorgan aber ist es auch die Gesammt-Oberfläche des Thierkörpers, welche, vermöge des starken Triebes der Säfte gegen sie, das Sauerstoffgas der Atmosphäre verschluckt (Tiedem. Physiol. I. §. 241.) und diese Wirkung ist der von nichtgrünen Pflanzentheilen auf die Atmosphäre am schicklichsten zu vergleichen.

§. 316.

Antheil der Poren.

Es ist ein Gedanke, welcher sich ungesucht darbietet, dass die Poren der Oberhaut, welche von Aussen in Höhlen des Parenchyms führen, die mit Luft angefüllt scheinen, auch diejenigen Organe seyn mögen, durch welche beym Athmungsprocesse die Luft einerseits an das saftvolle Parenchym tritt, andrerseits sich aus ihm entfernt. In der That scheint dieser Ansicht die Art des Vorkommens der Poren günstig. Schon Bonnet wollte bemerkt haben, dass Blätter unter Wasser im Sonnenlichte an der Unterseite mehr Luft ausstossen, als an der Oberseite und er schloss daraus, dass zwischen dieser luftförmigen Aussonderung und der wässerigen Einsaugung,

Digitized by Google

die er der Unterseite zuschrieb, ein Zusammenhang bestehe. Ingenhouss und Senebier beobachteten ebenfalls eine stärkere Luftentwicklung von der unteren Blattseite. Grischow fand bey Weinblättern die allein mit Poren besetzte Unterseite als die stärker luftgebende und auch er schloss daraus auf einen Zusammenhang der Poren mit der Luftgebung. Allein es konnte ihm nicht entgehen, dass auch Blätter und Blattseiten, deren Oberhaut keine Poren hat, dass auch Wasserpflanzen, Cryptogamen mit grünem Parenchym, Conferven, Ulven und andere Gewächse, die keine Oberhaut und folglich auch keine Poren besitzen, die Aushauchung im Lichte unter Wasser zeigen. Er beschränkte daher die Thätigkeit der Poren hiebey nur auf diejenigen Fälle, wo solche anwesend seyen. Allein dieses heisst doch mit andern Worten: dass sie dazu nicht nothwendig seyen und in der That lässt sich nicht behaupten, dass die Oberhaut, wenn sie gleich das unmittelbare Eindringen der Luft abhält, auch den Umtausch luftförmiger Stoffe zwischen dem Blatt-Parenchym und der Atmosphäre hindere. Dass die Luftblasen sich häufiger an der unteren Blattseite darstellen, kann seinen Grund einestheils darin haben, weil diese durch ihre Behaartheit und ihr Geäder dem Wasser mehr Berührungspuncte darbietet, anderntheils, weil sie durch eben diese Hervorragungen, so wie durch ihre Lage selber, die sich entwickelnden Luftblasen mehr zurückzuhalten geeignet ist. Nur aus diesen Ursachen werden auf der glatten Oberseite eines Wein- und Apfelbaumblattes sich weniger Luftblasen, als auf der behaarten, geäderten Unterseite zeigen müssen: und auf der glänzendglatten Oberfläche eines Kirschlorbeerblattes wird man deren kaum antreffen. Aber wo beyde Blattseiten gleich gebildet, wiewohl nur an der Unterseite Poren anzutreffen sind z. B. bey Scolopendrium officinale, konnte ich keinen Vorzug dieser Seite in Entbindung von Luftblasen wahrnehmen (Verm. Schr. I. 180.). Wenn daher gleich unläugbar scheint, dass die Poren der Oberhaut die Organe für die Ausdunstung sind: so muss man doch, wie ich glaube, so lange, als noch kein Zusammenhang zwischen diesen und der Luftentbindung aufgezeigt ist, der Ansicht von De candolle (Phys. I. 119.)

Digitized by Google

beytreten, dass sie zu der letztgenannten Verrichtung nichts beytragen. Indessen ist jener Zusammenhang, dessen Entdekkung künftigen Zeiten aufbehalten bleibt, wohl nicht zu bezweifeln. Saftgewächse, wie sie sich in der Ausdunstung auf eine eigenthümliche träge Weise verhalten, so auch in der Luftentbindung.

§. 317.

Luftentbindung in Höhlen und Schläuchen der Blätter.

Bey einer früheren Gelegenheit ist von der Luft die Rede gewesen, welche, innerhalb des Parenchym entbunden, sich in dessen grossen Höhlen sammelt. Es scheint, dass dieser Process unter gewissen Umständen die Luftentbindung an der Oberfläche ersetzen könne. An den unter Wasser lebenden Stengeln und Blättern von Potamogeton crispum, Ceratophyllum demersum, Vallisneria spiralis bemerkte ich, dass wo sie durchschnitten waren, im Sonnenlichte ein ununterbrochener Strom von Bläschen drang, welcher unterbrochen ward, sobald man das Sonnenlicht auffing. Dabey zeigte sich an der Oberfläche der Theile nicht die mindeste Luftentbindung, wie doch an Blättern von Ranunculus sceleratus, Trapa natans, Alisma Plantago, Euphorbia lucida geschah, wenn ich sie ganz oder theilweise unter Wasser dem Sonnenlichte aussetzte, wogegen aus den durchschnittenen Höhlen des Stengels hier nicht ein einziges Luftbläschen kam. Mehr dagegen als eine Luftentbindung an der Oberfläche ist es zu betrachten, wenn solche in Höhlen geschiehet, die ausserhalb des Blattparenchyms sich befinden z. B. in den Hülsen von Colutea, den Fruchthüllen von Cardiospermum, indem solche als verwachsene Blätter betrachtet werden können. Diese Luft war nach den Versuchen von Ingenhouss (Vers. m. Pfl. II. 57.) von der atmosphärischen nicht verschieden. Auch bey Wasserpflanzen bemerkt man solche Ansammlung ausgeathmeter Luft in gewissen Anhängen der Blätter, namentlich bey Aldrovanda und Utricularia. Die erstgenannte Pflanze sollte eine Blase an der Spitze jedes Blattes haben, worin sich Luft befände (Pollin. Fl. Veron. III. 789.). Es besteht jedoch dieser Anhang, welcher auf sehr kurzem Stiele da an-

Digitized by Google

sitzt, wo das Blatt sich in fünf lange feinzugespitzte Segmente spaltet, aus zwey, durch die Fortsetzung des Mittelnerven getheilten, halbrunden, bauchig-flachen Portionen, die ich an aufgeweichten Blättern stets so auf einander liegend fand, dass die Ränder genau correspondirten, wie an den Blattanhängen von Dionaea, wenn sie sich zusammengelegt haben. Demungeachtet kleben solche nur leicht zusammen ohne alle Verwachsung, so dass ich sie an allen, jüngeren wie älteren, Blättern ohne Mühe und ohne den geringsten Riss zu trennen vermochte. Zwischen ihnen scheint, vermöge ihrer Wölbung nach Aussen, im lebenden Zustande Luft zurückgehalten, die von der zelligen höhlenreichen Substanz des Blattes ausgehaucht worden. Wahre Blasen hingegen finden sich an den Blättern der einheimischen Arten von Utricularia und zwar sitzen sie einzeln ebenfalls da, wo das Blatt sich theilt, auf einem kurzen Stiele (Hayne in Schrad. Journ. 1800. Bd. 1. Taf. VI. Fig. A. 1.). Was aber in dieser Abbildung als runde Oeffnung am oberen Theile der Blase erscheint, ist in der That mit einer dünnen Lage von Zellgewebe bedeckt, welches farbelos, nicht grün, wie der übrige Umfang der Ampulle, eine eigenthümliche concentrisch-strahlige Stellung der Zellen bemerken lässt. Dieses zellige Blättchen ist dem unteren Rande der Oeffnung nicht verbunden, sondern bildet hier eine nichtschliessende Klappe, so dem Herausdringen von Luft beträchtlich widerstehen muss. Dass aber diese Blasen mit Luft angefüllt sind, wenn sie gleich in einem noch jugendlichen Zustande Wasser enthalten mögen, glaube ich mit den meisten Beobachtern als ausgemacht annehmen zu müssen. Eine Analyse derselben jedoch ist mir bis jetzt nicht bekannt geworden.

Digitized by Google

Viertes Capitel.

Einsaugung des Lichts durch die Blätter.

§. 318.

Wendung der Oberseite zum Lichte.

Als eine wahrscheinliche Folge der Thätigkeit, welche das Licht in den Blättern erregt, indem es sie veranlasst, einen Wasserdunst oder eine Luft auszuathmen, hat das Licht eine Wirkung auf sie, welche anzuzeigen scheint, dass es sich materiell mit ihnen verbinde. Die gewöhnliche und natürliche Lage des Blattes ist bekanntlich die, dass es die eine Fläche dem Himmel, dem Sonnenlichte, die andere der Erde zuwendet und dieses verändert sich nicht, da es mit dem verschiedenen Bau der beyden Flächen in genauer Beziehung steht. Merkwürdigerweise machen deshalb die Blätter von sämmtlichen Arten von Alstroemeria beym Ausbreiten die Unterseite, welche ganz den, der Oberseite gewöhnlichen, Bau hat, durch eine halbe Drehung am Grunde zur Oberseite, während die Oberseite durch ihre hervorragenden Nerven, ihre Poren, ihre blauangelaufene oder wollige Oberfläche von der Natur offenbar zur Unterseite bestimmt ist. An der Arundo arenaria nahm ich wahr, dass die obere Seite des Blattes blauangelaufen und matt, die untere hingegen dunkelgrün und glänzend ist, die aber dadurch, dass das Blatt zusammengerollt ist, das Licht so, als wenn sie die obere wäre, auffängt. Bey den einfachblättrigen Acacien, Lactuca Scariola, Achillea Eupatorium und mehreren Liliaceen haben die Blätter eine verticale Lage. Indessen sind dieses seltene Ausnahmen von der, den Blättern so characteristischen horizontalen Stellung, deren Nutzen Bonnet zu eingeschränkt in der Art angiebt, dass er die Oberseite vermöge ihres festeren Baues und ihres Glanzes als das Mittel der Natur betrachtet, die Unterseite zu schützen, welche ausschliesslich die Ausdunstung

Digitized by Google

der Erde aufzunehmen bestimmt seyn soll (Usag. d. feuill. 59. 78.). Alles zeigt vielmehr an, dass jene hiebey nicht bloss negativ, sondern auch positiv und auf directe Weise thätig sey. Giebt man daher einer Pflanze, einem Zweige, eine solche künstliche Lage, dass die Blätter, statt ihrer Oberseite, nun ihre Unterseite dem Lichte zuwenden, so macht alsobald der Blattstiel, oder in dessen Ermanglung, die Basis des Blatts eine Drehung, wodurch die natürliche Lage sich herstellt (Bonnet a. a. O. 80.). Diese Bewegung findet auch unter Wasser Statt bey Einwirkung des Sonnenlichts (Das. 106.) und nicht bloss an Blättern, die noch ihrem Stamme verbunden, sondern auch an solchen, die davon getrennt und z. B. auf einem Faden durch ihren Stiel aufgehangen sind (Smith Introd. to Bot. 208.), nimmt man sie wahr, ja selbst an Stücken von Blättern. Sie geschiehet desto schneller, je stärker die Lichteinwirkung ist, je zärter und folglich auch je jünger die Blätter sind, daher unter günstigen Umständen schon in wenigen Stunden. Die Natur ist hiebey in dem Grade wirksam, dass T. A. Knight ein Weinblatt, dessen Unterseite das Sonnenlicht beschien und welchem er jeden Weg, in die naturgemässe Lage zu kommen, versperrt hatte, fast jeden möglichen Versuch machen sah, um dem Lichte die rechte Seite zuzuwenden (M. Beytr. 119.). Mehrmals nachdem es während einiger Tage demselben in einer gewissen Richtung sich zu nähern gesucht und durch Zurückbeugung seiner Lappen fast seine ganze Unterseite damit bedeckt hatte, breitete es sich wieder aus und entfernte sich weiter vom Glashausfenster, um in der entgegengesetzten Richtung dem Lichte sich wieder zu nähern. Durch das Alter aber, so wie durch öftere Wiederholung des nemlichen Versuchs, verlieren die Blätter dieses Vermögen (Bonnet a. a. O. 86.).

§. 319.

Licht wirket anziehend auf die Oberseite, nachtheilig auf die Unterseite.

Eine Folge dieser Wirkung des Lichts, wenn sie stärker ist und länger andauert, ist es auch, dass die Blätter an der Oberseite mehr und mehr vertieft werden: indem ihr beweg-

Digitized by Google

licher Umfang dem Lichte sich mehr zu nähern vermag, als die mehr widerstehende Mitte (Bonnet a. a. O. 94.). Aus der nemlichen Ursache nehmen auch von zusammengesetzten Blättern mit sehr beweglichen Articulationen z. B. von Acacien, die Blättchen im hellen Sonnenscheine eine aufrechte Stellung an. Fällt das Sonnenlicht seitwärts ein, so nehmen die Blätter, um demselben ihre Oberseite zuzuwenden, eine schiefe Lage an, und sie folgen in dieser Lage mit der Oberseite dem Fortgange der Sonne vom Morgen bis Abend, wie Bonnet an der grossen und kleinen Malve, am Klee und an der Melde beobachtete (A. a. O. 92.). Wie sehr das ganze Blatt mit der Oberseite nicht bloss dem Lichte sich zuzuwenden, sondern selbst ihm möglichst sich zu nähern versuche, siehet man auffallend in einem Gewächshause von alter Construction, wo das Licht seitwärts einfällt. Man bemerkt nemlich ein Hinstrecken sämmtlicher jüngeren Blätter gegen das Licht mit nach Aussen gekehrter Oberseite und drehet man die Pflanze um, so dass nun die Blätter vom Lichte abgewandt sind, so nehmen sie in kurzer, doch nach der Lichtstärke und ihrer eigenen Lebhaftigkeit verschiedener Zeit die vorige Lage wieder an. Ist es, dass sie mit der Oberseite die Fensterscheiben erreichen können, so legen sie solche in ihrer ganzen Ausdehnung dem Glase genau an und dies geschiehet manchmal mit einer gewissen Heftigkeit, wovon Bertuch eine merkwürdige Beobachtung erzählt (Krünitz Encyclopädie LXXVII. 829.). Diese Thatsachen lassen sich nicht wohl erklären ohne eine wirkliche Anziehung zwischen dem Lichte und der oberen Blattfläche anzunehmen. Man darf selbst, wie ich glaube, noch weiter gehen und behaupten, dass diese Anziehung das Hauptagens beym Wachsen des Stengels in einer, der Wurzel entgegengesetzten Richtung sey. Auf das Winden des Stengels, auf das Drehen der Ranken scheint das Licht, nach den Beobachtungen von Mohl, keinen bedeutenden Einfluss zu haben (Ueb. d. Ranken und Schlingpflanzen §. 68. 83.); und dieses, wie ich glaube, weil keine Blattsubstanz dabey in Wirkung kommt und die Richtung bestimmt. So wohlthätig aber das Licht auf die obere Blattseite wirkt, so nachtheilig ist seine Einwirkung auf die Unterseite. Bey einiger

Digitized by Google

Dauer derselben verdünnen die Blätter sich anscheinend, ihre Fibernbündel werden schwarz, ihre Unterfläche wird trocken und entblösset sich von der Oberhaut (Bonnet a. a. O. 88.). Pflaumen- und Birnbaumblätter wurden misfarbig auf der Unterseite, wenn die Sonne lange darauf geschienen hatte (Das. 290.), und dieses Absterben blieb bey längerer Andauer des Versuchs nicht auf das Blatt beschränkt, sondern theilte sich dem ganzen Zweige unterhalb des Blattes mit (Bonnet Oeuvr. d'Hist. nat. II. 482.). Muss man also der Oberseite eine Anziehung gegen das Licht zuschreiben, so muss das Verhalten der Unterseite gegen dasselbe ein Zurückstossen, ein Abwenden seyn.

§. 320.

Nicht durch ungleiche Erwärmung oder Carbonisation.

Die wohlthätige Wirkung des Lichtes auf die obere Blattseite, folglich auch die nachtheilige auf die untere, will Bonnet nicht darin gesetzt wissen, dass es erleuchtet, sondern darin, dass es erwärmt (A. a. O. 142.): doch gesteht er, dass die blosse Luftwärme die Sonnenwirkung hiebey nicht ersetzen könne. Mit Delahire, Dodart und Hales schreibt er demzufolge das Erheben der Blätter im Sonnenscheine und das Hohlwerden ihrer Oberseite dabey einer Verkürzung der Fibern dieser Seite durch die Wärme, so wie das Herabsinken der Blätter zur Nachtzeit einer Wirkung der Erdfeuchtigkeiten auf die Unterseite zu (Das. 151.) und er construirte künstliche Blätter, deren Oberseite aus Pergament, wie die Unterseite aus Leinwand, bestand, an denen Hitze und Feuchtigkeit die nemlichen Veränderungen bewirkten, wie an natürlichen Blättern. Auch bey diesen versuchte Bonnet die Wirkung des Sonnenlichts auf die obere Seite nachzuahmen (Das. 90.), indem er eine brennende Kerze oder ein glühendes Eisen derselben möglichst näherte, und darauf bey Acacien ein ähnliches Aufrichten der Blätter, wie im Sonnenlichte, bemerkte. Allein an Weinblättern ward er dergleichen nicht gewahr und auch im ersten Falle musste die Ursache der Bewegung eine andere seyn, wie die von dem wohlthätigwirkenden Sonnenlichte: denn die Blätter litten da-

Digitized by Google

bey sehr und fielen in kurzer Zeit vertrocknet ab. Wie wenig begründet aber Bonnets Ansicht, dass das Licht hiebey als Wärmendes wirke, sey, erhellet daraus, dass Duhamel aus Bonnets Versuchen das Gegentheil schliesst, nemlich dass das Licht jene Wirkungen auf die Blätter nicht durch Erwärmung, sondern auf andere Weise ausübe (Phys. II. 152. 153.). Decandolle hat (Phys. veg. II. 832. III. 1082.) das Strecken von Zweigen und Blättern gegen das Licht, wenn solches nur von der einen Seite einfällt, wie in einem Orangeriehause, aus der ungleichen Wirkung desselben, auf die Theile zu erklären versucht. Die am meisten erleuchtete Seite, sagt er, wird am meisten Kohlenstoff mit sich verbinden, sich mehr verhärten und weniger verlängern: das Gegentheil aber wird Statt finden bey der am wenigsten erhellten Seite. Davon wird die Folge seyn, dass der Zweig sich am meisten krümmt an der Seite, wo er sich am wenigsten verlängert, d. h. an derjenigen, welche am meisten erhellet ist. Aber irre ich nicht sehr, so ist die Ursache, welche die obere Blattseite dem Lichte zuwendet und die Blätter dem seitwärts einfallenden Lichte sich entgegenstrecken macht, die nemliche mit derjenigen, welche die Pflanze überhaupt aufwärts, in entgegengesetzter Richtung mit der Wurzel, verlängert. Diese muss eine Anziehung zwischen dem Lichte und einem ihm verwandten Principe im oberen Theile der Pflanze, in der oberen Blattseite u. s. w. genannt werden und diese Anziehung wird bey dem beweglicheren, also hier bey den genannten Pflanzentheilen, als ein Trieb, sich zu dem Andern hinzubewegen, erscheinen. Decandolle (L. c. 1083.) nennt dieses zwar: eine mysterieuse Ursache suchen, wo eine bekannte Thatsache zur Erklärung hinreiche: allein ich glaube, es ist besser, dadurch seine Unwissenheit gestehen, als mit Hypothesen, deren Unzureichendes nicht verkannt werden kann, die Forschbegierde abzuweisen.

§. 321.

Gestaltung des oberen Parenchyms durch das Licht.

Einen vorzüglichen Beweis für diese Anziehung giebt auch die auffallende Veränderung, welche in der Parenchymbildung

Digitized by Google

derjenigen Blattseite, welche Gegenstand dieser Anziehung ist, nemlich der Oberseite, bey Entwicklung des Blattes vorgehet. Wie bekannt haben die Zellen hier eine längliche Gesammtform und sind in gedrängten abwechselnden Reihen perpendiculair gegen die obere Fläche gerichtet, während sie an der Unterseite von runder Bildung sind und in horizontalen Reihen zusammenhängen. Jede dieser Formationen bestehet aus mehreren Schichten, in deren Zahl Unger nach Verschiedenheit der Blattbildung eine constante Verschiedenheit vorhanden glaubt (Exanth. d. Pflz. 8.), dergleichen wahrzunehmen mir jedoch noch nicht gelungen ist. Gewisser ist, dass der verschiedene Bau sich nur da findet, wo beyde Blattflächen ein durchaus verschiedenes Verhalten gegen das Licht beobachten: entgegengesetztenfalls zeigt das Parenchym zunächst der Oberhaut entweder den Bau der Oberseite, wenn das Blatt in der vollen Sonne zu leben bestimmt ist, wie bey den Mesembrianthemen, oder den der Unterseite, wie bey gewissen Farrenkräutern und andern, für den tiefen Schatten bestimmten Gewächsen. Man muss jenen daher als eine Wirkung des Lichts betrachten und ein Beweis davon ist, dass man ihn nicht wahrnimmt, so lange dessen Einwirkung noch nicht Statt gefunden hat. Bleichsüchtige Blätter, besonders wenn sie von fleischiger Beschaffenheit sind, haben nichts davon und die dicken Cotyledonen z. B. von Lupinen, zeigen, so lange sie noch im Saamen eingeschlossen, horizontalgelagerte Zellen bis an die mit keiner Oberhaut versehene Oberfläche, da doch nach erfolgtem Keimen die Oberseite mit der von wahren Blättern im Bau ganz übereinkommt. Warum und wie also das Licht diese Wirkung auf die Form und den Zusammenhang der Parenchymzellen habe, lässt sich freylich nicht angeben: indessen kommt etwas Analoges in jenen Körpern vor, die Mirbel in den von ihm sogenannten pneumatischen Kammern an der Oberseite des Laubes und der Fruchttheile von Marchantia beobachtete (Rech. anat. et physiol. s. l. Marchantia t. II. f. 8. 14. t. VI. f. 50—52.). Er nennt sie Papillen, es sind aber perpendiculaire Reihen länglicher tiefgrüner Zellen, die erst mit vollkommener Entwicklung der genannten Theile zum Vorschein gekommen. Ich stelle mir

Digitized by Google

daher vor, dass die neuen Zellen, welche im Blatte bey dessen Ausdehnung in die Breite immerfort entstehen, da, wo der Einfluss des Lichts sie trifft, in senkrechten parallelen Reihen sich zusammenfügen müssen und es dünkt mich dadurch die natürliche Tendenz, welche das Licht in dem Ganzen des Blattes erregt, auch in dessen Elementarorganen an der jenem Einflusse zugekehrten Seite, sich auszudrücken.

§. 322.

Grüne Farbe der Blätter.

Vermöge dieser Anziehung, welche das Licht gegen die Blätter oder vielmehr einen Theil ihres Parenchyms ausübt und die, wie es scheint, von einer Bindung und Verkörperung desselben begleitet ist, entwickelt sich die grüne Farbe, welche ihr so beständiges und characteristisches Attribut ist. Auch Blätter, die unter Wasser, süssem wie salzigem, leben, als Potamogeton, Vallisneria, Zostera, Ruppia, haben sie: doch ist sie hier von einer schmutzigeren, mehr ins Olivengrün fallenden Art, als bey solchen, die in der Luft leben. Sie ist, unter gleichen Umständen, in eben dem Maasse gesättigter, als das Licht unmittelbarer, anhaltender und kräftiger auf das Blatt einwirkt, daher an dessen Oberseite, und bey glatter Oberfläche, tiefer, als an der Unterseite oder bey starkbehaarten, besonders bey wolligen Blättern. Auch ausgewachsene und immergrüne Blätter haben aus der nemlichen Ursache gemeiniglich ein dunkleres Grün, als halbentwickelte oder abfallende. Erwägt man, welcher der Elementartheile des Blattes Träger dieser Farbe sey, so ist es offenbar nicht die Oberhaut, noch weniger das Gefässnetz, sondern bloss die der Epidermis unterliegende Schicht von saftvollem Zellgewebe, oder das Parenchym, mit welcher Thatsache bereits Bonnet vollkommen bekannt war (Oeuvr. d'Hist. nat. II. 469.). Doch auch hier ist das Häutchen selber, welches die Parenchymzellen bildet, farbelos, nur der Inhalt macht die Farbe. Mehrere Schriftsteller, wie Meyen (Phyt. 194.), Unger (A. a. O. 9. 10.) und, wie es scheint, auch Decandolle (Org. I. 18.), betrachten das körnige Wesen als die alleinige Ursache derselben und nehmen an, dass in

Digitized by Google

eben dem Maasse, als dessen mehr vorhanden und seine Farbe gesättigter ist, auch die vom Parenchym und folglich vom Blatte, es sey. Allein es ist leicht, sich durch das Microscop zu überzeugen, dass die Körner in einer Gallert zerstreut sind, die gleichfalls grün ist, wenn gleich mit geringerer Intensität, als die Körner. Bey denjenigen fadenförmigen, gegliederten Wasseralgen, welche blosse einfache oder ästige Zellenreihen sind, verdichtet dieses gallertartige Wesen sich mit der Zeit und nimmt die Form eines häutigen Schlauches an (Lyngbye Hydrophyt. t. 58. 59.). Roth hat zwar diese Bildung als ursprünglich jenen Gewächsen zukommend betrachtet und sie den Utriculus matricalis derselben genannt (Catal. bot. III. 91.), allein es ist blosse Wirkung des fortschreitenden Gerinnens von dem gallertartigen Theile. Die grüne Materie vom Blattparenchym nannte Wahlenberg grünen Kleber und grüne Fecula, Link theilweise den harzigen Färbestoff, Pelletier und Caventou das Blattgrün (Chlorophylle): obschon sie weder ausschliesslich in den Blättern angetroffen wird, noch die grüne Farbe zur wesentlichen Eigenschaft hat, wie in der Folge gezeigt werden wird.

§. 323.

Nur durch das Licht färben Blätter sich grün.

Nur im Lichte, und zwar im Sonnenlichte, findet Entwicklung der grünen Farbe Statt und nur blattartige Theile sind derselben fähig. Humboldt (Fl. Friberg. 179.) und Decandolle (Phys. veg. II. 893.) sahen jedoch auch beym blossen Lampenlichte Pflanzen sich grün färben, ohne indessen Sauerstoffgas auszuhauchen. Die nemliche färbende Wirkung, wiewohl schwach, nahmen böhmische Physiker vom Mondenlichte wahr (Seneb. Phys. IV. 274.). Humboldt beobachtete einigemal, dass auch eine Atmosphäre von Wasserstoffgas in Abwesenheit des Lichts Pflanzenblätter grün färbte: allein Decandolle erhielt (L. c. 899.) bey Wiederholung dieses Versuchs nicht den nemlichen Erfolg. In Humboldts Versuchen athmeten sie dabey Sauerstoffgas aus und der Beobachter glaubt demnach, dass das Licht nicht grün färbe, indem es sich mit einer Materie im Parenchym der Blätter

Digitized by Google

verbinde, sondern, wie der Wasserstoff, als Reiz wirke (L. c. 180.). Diese Ansicht ist auch die von Decandolle: im Saamen der Rhamneen, Malvaceen, Pistacien, der Mistel, der Citronen, sey der Embryo grün, obgleich von undurchsichtigen Hüllen eingewickelt (A. a. O. 896.); im Stamme der Mistel und einiger Cacteen seyen die Markstrahlen grün, die Wirkung des Lichts scheine hier also weiter, nemlich bis ins Innere der Theile, sich fortzusetzen. Muss man gleich diese Erfahrungen anerkennen, so berechtigen sie doch, wie ich glaube, noch nicht zu dem Schlusse, dass das Licht als blosses Reizmittel wirke. Auch bey den Papilionaceen und Halophyten ist es etwas Gewöhnliches, den Embryo gleich von seinem Sichtbarwerden an grüngefärbt anzutreffen und das Nemliche gilt vom Lein und der spanischen Kresse. Die Wurzeln des Viscum und Loranthus sind grün, obgleich in Holzmasse eingeschlossen. Man muss daher annehmen entweder, dass die Bindung des Lichts sich nicht bloss auf den Theil, den es trifft, und der Erfolg nicht auf die Zeit, während welcher es wirkt, beschränke, oder dass seine Wirkung in besondern Fällen durch eine andere Bindung ersetzt werden könne. Merkwürdig ist, wie Dutrochet bemerkt, dass die Wurzelspitzen von gewissen Monocotyledonen z. B. Pandanus, Pothos, Epidendrum, dem Lichte ausgesetzt, sich blassgrün färben: Decandolle vermuthet, es werde dabey Kohlensäure durch sie zersetzt (L. c. 898.), folglich Sauerstoffgas gebildet, wie von Blättern. Doch auch andere, an Parenchym reiche Theile, so ihrer unterirdischen Lage wegen zur Wurzel gerechnet werden, färben sich grün, wenn sie, von Erde entblösst, fortwachsen: so z. B. der Obertheil spindliger Wurzeln, der Rüben, Rettiche, die Knollen von Kartoffeln u. s. w. Nicht minder beachtenswerth ist, dass gewisse, näher zu erforschende, Eigenthümlichkeiten der Nahrung die Intensität des Blattgrün vermehren, indem sie zugleich die Saftmenge vermindern. Auf Torfmooren habe ich die Pflanzen, verglichen mit andern auf Wiesenboden gewachsenen, stets kleiner, ihre Blätter trockner und mit einem tieferen Grün bekleidet, wahrgenommen. Stengel saftiger Gewächse z. B. von Cotyledon orbiculata und von mehreren Mesembrianthemen,

Digitized by Google

in eine schwache Carminauflösung gestellt, zeigten mir im Parenchym ihrer Blätter, bey einer geminderten Turgescenz und Saftfülle, ein weit lebhafteres und schöneres Grün, als Andere, die im blossen Wasser gestanden waren oder noch auf ihrer Wurzel sich befanden.

§. 324.

Andere, als grüne Farbe der Blätter.

Aber auch mit anderen Farben, als der grünen, kommen Blätter und blattartige Organe vor, abgerechnet den Oben besprochenen Fall, wo dieselben in der Oberhaut und nicht im Parenchym des Blattes ihren Sitz haben. Rothe Blätter finden sich bey Dracaena terminalis, Atriplex hortensis, Beta vulgaris und mehreren Amaranthen. Bey Neottia discolor hat die violette Farbe der untern Blattseite und bey Arum maculatum haben die schwarzen, oder eigentlich dunkelrothen Flecken der Oberseite ihren Grund in einer Färbung der Parenchymzellen selber und merkwürdigerweise ist dabey kein Unterschied der Körner und der flüssigen Gallert, wie im grünen Parenchym, weiter bemerkbar, sondern es ist Alles eine gleichförmige Masse. Bey manchen Bäumen haben die Blätter, ehe sie sich vollständig entwickelt, eine andere als grüne Farbe z. B. eine rothe bey Koelreuteria, eine gelbe bey den Pappelarten. Den nemlichen Farbenwechsel begeht die Natur häufig in der entgegengesetzten Folge an den Blättern im Herbste, wenn die Zeit des Abfallens herannahet. Bey vielen Bäumen geschiehet dieses Fallen bey unverändertem Grün z. B. den Eschen und Acacien: aber andere werden zuvor gelb und dadurch geht es auch wohl zum Roth und Rothbraun über. Bäume und Sträucher mit säuerlichen zusammenziehenden Säften z. B. von den Gattungen Pyrus, Prunus, Cornus, Vitis, Rhus, zeigen diesen Farbenwechsel vorzugsweise. Die Färbung nimmt vom Rande, vornemlich von der Spitze ihren Anfang, und schreitet gegen die Mitte und den unteren Theil fort, so dass das Grün sich in der Nähe der Adern am längsten erhält. Den nemlichen Farbenwechsel bringen gewisse Zufälle hervor, der Stich eines Insects, die anfan-

Digitized by Google

gende Entwicklung eines parasitischen Schwammes oder sonst irgend eine Krankheit. In allen diesen Fällen bemerkt man, dass die Veränderung vorzüglich die Oberseite betrifft und allemal hier ihren Anfang nimmt, dass der Inhalt der Parenchymzellen selber gelb oder roth gefärbt ist und, dass das körnige Wesen darin nicht mehr abgesondert existirt. Bey den cryptogamischen Gewächsen ist nicht minder oft das Grün der Theile, welche Stellvertreter des Blattes sind, in Gelb, Roth oder Violet umgeändert. Iungermannia furcata, wenn sie auf eisenhaltigem Torfboden gewachsen, bekommt eine violette Farbe (I. violacea Achar.): überhäupt findet sich diese und die rothe Farbe häufig bey Lebermoosen auf Alpenboden ein (Hook. Brit. Iungerm. t. 16. 27. 39. 57, 58.). Das Lager der Flechten, die auf verwitterndem Gestein vegetiren, nimmt daraus gern Metalloxyde auf und so färbt sich erst ihre mittlere, sonst grüne Schicht, der eigentliche Sitz ihres Lebens, welche Färbung sich dann auch dem ganzen Individuum mittheilt (G. F. W. Meyer Nebenstunden I. 69.). Auch bey solchen, die auf Baumrinde wachsen, scheint das Qualitative derselben nicht ohne Einfluss auf die Färbung. Noch auffallender ist der Farbenwandel bey Wasseralgen je nachdem sie in der See oder in süssem Wasser vegetiren, wie denn manche von ihnen in beyden Medien leben können. Batrachospermum moniliforme, Rivularia endiviaefolia haben in süssem Wasser ein schönes Hellgrün, in Seewasser ein schmutziges Roth, und es ist merkwürdig, sagt Wahlenberg, dass das Seewasser diese Eigenschaft, dass Grün in Roth umzuwandeln, nicht an vollkommeneren Gewächsen z. B. Zostera ausübt (Fl. Lappon. 507.). Andererseits siehet man an rothgefärbten Seealgen, wenn sie aus ihrem natürlichem Medium in süsses Wasser kommen oder auch nur mehr in Berührung mit der Luft gelangen, die grüne Farbe sich herstellen. Dann geht z. B. das schöne Rosenroth des Fucus sanguineus in ein schmutziges Grüngelb über und beym Fucus plumosus schreitet dieser Farbenwechsel bis zum Grünen fort. Fucus aculeatus hat im Meere eine Olivenfarbe, aber an der Luft verwandelt sich diese in ein lebhaftes Grün (Wahlenb. l. c. 941. 955.). Hiemit steht in Verbindung, dass Byssus Jolithus, an der

Digitized by Google

Luft austrocknend, eine graugrüne Farbe annimmt, die an seinem natürlichen, alpinischen Standorte ein schönes Roth ist.

§. 325.

Färbender Stoff der Blätter.

Was aus den angeführten Beobachtungen sich schon ergiebt, nemlich dass derselbe Stoff, welcher das Grün der Blätter bewirkt, auch, vermöge der Veränderungen deren er fähig ist, die gelbe, rothe und violette Färbung derselben hervorbringe, folgt aus seinem Verhalten gegen Reagentien. Schon Link bemerkte die grosse Verwandschaft anderer färbender Stoffe des Pflanzenreichs mit dem von ihm sogenannten harzigen Färbestoff (Grundl. 36.). Schübler ermittelte, dass der färbende Stoff gefärbter Blätter, den er durch Wasser oder Weingeist aus ihnen gezogen, durch Säuren und Alcalien ähnliche, nur weniger reine Farbenveränderungen erlitt, als der Farbestoff der Blüthen, dessen Roth durch Alcalien in Grün umgewandelt, durch Säuren wiederhergestellt wird. Aus grünen Blättern auf ähnliche Weise ausgezogen schien derselbe nur einer mehr harzigen Natur zu seyn, indem sein lebhaftes Grün von Säuren und Alcalien nicht weiter, als in ein schmutziges oder bräunliches Gelbgrün verändert wurde (Frank Untersuch. ü. d. Farben d. Blüthen 21. 32.). Macaire zog auch aus Blättern, so vom Herbste geröthet waren, mit Alcohol die rothe Farbe aus, welche durch Kali sich in Grün verwandelte, durch Säure aber wiederherstellte (Mem. d. l. Soc. de Phys. d. Genève IV. 49.). Zugleich nahm er einen entschiedenen Einfluss des Lichts wahr, die herbstliche Farbenänderung zu bewirken, indem sie bey Ausschliessung desselben nicht vor sich ging; auch beobachtete er, dass so gefärbte Blätter, obwohl noch saftreich, im Sonnenlichte keinen Sauerstoff ausstiessen. Er schloss daraus, dass es die grüne Materie sey, deren Farbe sich in Gelb und dann weiter in Roth umgewandelt habe und er glaubte hiebey die Benennung von Chlorophylle für sie nicht beybehalten zu können, sondern solche nach Decandolle's Vorschlage in die von Chromule ändern zu müssen. Indessen stellte er keine microscopischen Untersuchungen an, die jedoch, wie mir scheint, erst den Be-

Digitized by Google

weis vollenden, indem sie zeigen, dass bey diesem Farbenwechsel nur der Gehalt der Parenchymzellen seine Farbe und Consistenz verändert habe, ihr Bau und ihre Zusammensetzung aber ganz die nemlichen geblieben seyen. Macaire schreibt denselben einer fortwährenden Säurung jener Materie zu und mich dünkt damit stimmen alle Erscheinungen überein: das Verhalten der grünen und der gefärbten Blätter gegen die Luft, der Einfluss des Bodens auf Farbe der Moose und Flechten, des Wassers und der Luft auf die Algen und endlich die Wirkung der Reagentien. Auch das Verschwinden der Körner in dem Zellensafte scheint hieraus erklärbar, indem etwas Aehnliches beym Keimen bemerkt wird durch Umwandlung des Körnergehalts der Saamenblätter in eine gleichförmige süsse Flüssigkeit, welche Umwandlung mit einer starken Absorption von Sauerstoff aus der Atmosphäre verbunden ist. Röper sah, wie Decandolle erzählt (Phys. veg. II. 898.), die rothe Farbe an den Blättern von Atriplex hortensis durch das blosse Trocknen sich in Grün reduciren. Bey allen diesen Farbenveränderungen aber ist auch das Licht mittelbar oder unmittelbar thätig.

§. 326.

Ohne Licht werden Blätter bleichsüchtig.

Blattartige Theile, welche ohne Licht fortzuwachsen genöthiget sind, nehmen statt der grünen, eine gelblichweisse Farbe an, bleiben klein und weich und stehen in grösseren Zwischenräumen von einander bey gleichzeitig verlängerten Internodien des Stengels. Ray erwähnt dieser Erscheinung schon, aber Bonnet hat sie, indem er sagt, dass es eine den Gärtnern unter dem Namen Bleichsucht (etiollement) wohlbekannte Krankheit sey, genauer untersucht und die Ansicht von Ray, dass sie weder vom Mangel der Luft, noch der Wärme, sondern allein vom Mangel des Lichts herrühre, durch zahlreiche Versuche bestätiget (Us. d. feuill. 209-330.). Diesem ausgesetzt färbten bleichsüchtige Blätter im Sommer sich schon in 24 Stunden grün, wiewohl im Herbste man davon nach mehreren Wochen noch keinen Anfang bemerkte.

Digitized by Google

Senebier hat diese Untersuchung beträchtlich weiter getrieben (Ueber den Einfl. des Sonnenlichts II. 3. Abhdl. Physiol. veget. IV. s. 5. ch. 4.). Nur grüne Blätter sind der Bleichsucht fähig, nicht rothe Blätter und rothe Flecken derselben. An ihnen ist die Oberhaut minder stark, als an grünen, das Parenchym lockerer und grosszelliger gebauet. Die Saamenblätter der Schminkbohnen, so bleichsüchtig aus der Erde kommen, fangen in der Sonne schon nach einer Stunde an, sich grün zu färben. Farbeloses Licht färbt wirksamer grün, als farbiges: von diesem aber das violette mehr als das gelbe und rothe, obgleich es weniger wärmt. Bringt man ein bleichsüchtiges Narcissenblatt ans Licht, nachdem man einen Theil davon mit einem Stanniolblättchen belegt hat, so wird die bedeckte Stelle bleichsüchtig bleiben, während das Blatt sich grün färbt. Bleichsüchtige Blätter unter Wasser der Sonne ausgesetzt entwickeln aus dem Wasser keine Luft, oder nur eine sehr schlechte. Mit der Bleichsucht sind Veränderungen der Säfte, wie der festen Theile verbunden. Blätter bitterer und scharfer Gewächse bekommen dadurch einen milden und süssen Geschmack z. B. Endivien, Salat, Sellery, Kohlarten. Bey der Analyse gaben bleichsüchtige Pflanzen weniger feste, weniger im Weingeist auflösliche Materie, überhaupt weniger Kohle, als grüne. Wärme und Feuchtigkeit tragen zur Bleichsucht dadurch bey, dass sie den Zufluss von Saft befördern. Decandolle (Phys. veg. II.) hat ermittelt, dass die Bleichsucht nur entsteht, indem die Theile sich bilden und fortwachsen ohne Zugang des Lichts. Ausgewachsene grüne Blätter entfärben sich daher nicht im Dunkeln, sondern fallen ab; unerwachsene thun es etwas, indem sie sich vergrössern, also ihre grüne Materie über einen grösseren Raum ausbreiten; nur die im Dunkeln neugebildeten Theile werden bleich. Die Pflanzen bedürfen, wie es scheint, um sich grün zu färben, eines sehr verschiedenen Grades von Licht. Mehrere lebhaft vegetirende Gewächse von sehr verschiedenen Familien in einen dunkeln Keller gestellt, zeigen die Bleichsucht in sehr verschiedenen Abstufungen. Farrenkräuter und Moose scheinen zum Grünwerden eines sehr geringen Lichts zu bedürfen und eines noch geringeren die

Digitized by Google

Tangarten, da sie aus grossen Meerestiefen gezogen bereits mit grüner Farbe erscheinen, wovon Humboldt und Decandolle (A. a. O. 900.) merkwürdige Erfahrungen angeführt haben. Andere Gewächse dagegen, obwohl des Lichts nicht beraubt, bleiben in ihren Stengeln und blattartigen Theilen immer bleichsüchtig oder nehmen wenigstens keine grüne Farbe an. Dieses findet sich z. B. bey den meisten unserer Schmarotzergewächse: Cuscuta, Monotropa, Lathraea, so wie denen, die es wenigstens theilweise sind: Orobanche, Nidus Avis, Epipogium; während doch Viscum und Loranthus grüne Blätter und Stengel haben. Man kann aber von den ersten, obwohl die meisten das helle Sonnenlicht fliehen, keineswegs sagen, dass sie des Lichtes beraubt seyen: es muss daher in ihrem Zellgewebe eine Disposition der Säfte Statt haben, welche die Entwicklung grüner Farbe nicht zulässt. Auch im Wasser geht die Färbung in Grün mit minderer Intensität, wie in der Luft vor sich, wie Wurzeln, welche in jenem Medium vegetiren, beweisen, indem sie, obwohl vom Lichte nicht ausgeschlossen, sich doch nicht grün färben. Bonnet, der sich davon auch an bleichsüchtigen, dem Lichte unter Wasser ausgesetzten, Bohnenpflanzen überzeugte, glaubt diesen Erfolg der zurückgehaltenen Transspiration der wässerigen Theile des Safts zuschreiben zu müssen (Oeuvr. d'H. nat. II. 502.): allein Senebier hat mit grösserem Rechte ihn von dem Mangel des den grünen Blättern eigenthümlichen Athmungsprocesses abgeleitet.

§. 327.

Gefleckte Blätter.

Gleiche Bewandniss hat es mit der partiellen und örtlichen Bleichsucht, welche wir an Blättern und Stengeln oft wahrnehmen, nemlich mit den weissen und gelben Flecken, wodurch die damit behafteten Gewächse bey den Gärtnern so beliebt sind, dass nach Millers Zeugnisse die scheckigen Stechpalmen einst in Englischen Gärten so häufig gezogen wurden, dass für andere Pflanzen fast kein Raum übrig blieb. Wo sie an lederartigen und immergrünen Blättern vorkommen, pflegen sie gelb zu seyn, z. B. Buxus, Iasminum, Ilex, Lau-

Digitized by Google

rocerasus, Ligustrum; bey denen hingegen von weichem, krautartigem Bau sind sie meistens weiss, z. B. Acer, Sambucus, Pelargonium, Gramina. Einige Pflanzen sind uns bloss mit gescheckten Blättern bekannt z. B. Aucuba. Die Form dieser Flecken und der Ort, den sie am Blatte einnehmen, sind sehr verschieden. Bey Monocotyledonen z. B. Lilien und Gräsern bilden sie Streifen der Länge des Blattes nach; bey Dicotyledonen folgen sie manchmal auch dem Laufe der Nerven z. B. bey Carduus Marianus; zuweilen aber ist keine Ordnung in ihrer Vertheilung und Grösse bemerkbar z. B. bey Aucuba. Zuweilen sind sie vorzugsweise auf der oberen Blattseite, kaum oder gar nicht auf der unteren sichtbar und in diesem Falle siehet man bey Queerdurchschnitten des Blatts nur das Parenchym der erstgenannten Seite farbelos: bey beträchtlichem Umfange und einiger Intensität der Entfärbung aber nehmen beyde Blattseiten daran Theil. Allemal ist das Blatt, da, wo es solche bleiche Flecken hat, dünner, als da wo es grün ist, und die grünen Stellen treten daher, wenn sie vereinzelt sind, über die Oberfläche mehr hervor. Auch hier fehlt dem Parenchym der entfärbten Stellen das körnige Wesen, und es erhellet daraus, was von der Behauptung von Dutrochet (Ann. d. S. nat. XXV. 246.), die sicherlich nicht auf eigener Erfahrung beruhet, zu halten sey, dass die weissen Flecken der Blätter von der Menge der Lufthöhlen des Parenchyms herrühren. Sie sollen verschwinden, wenn man solche Blätter in Wasser getaucht, unter die Luftpumpe bringe, indem das Wasser dann in diese Höhlen eindringe und sie erfülle; was sich keineswegs so verhält. Eben so wenig stimmt es mit einer genauern Beobachtung überein, was Manche angegeben haben, dass an den farbelosen Stellen die Oberhaut vom Parenchym getrennt oder dass sie ohne Poren sey: vielmehr sind diese daselbst, mit grünen Oberflächen der nemlichen Blätter verglichen, in der nemlichen Zahl und Bildung vorhanden. Im Allgemeinen sind Pflanzen mit weiss- oder gelbgefleckten Blättern als kranke zu betrachten: sie wachsen langsamer, sind empfindlicher gegen Kälte und Feuchtigkeit, blühen sparsamer und bringen noch sparsamer Frucht. Seltener thut diese Beschaffenheit der Gesundheit der Pflanzen keinen Eintrag.

Digitized by Google

Pulmonaria officinalis kömmt in manchen Gegenden nur mit solchen Flecken vor; Lamium maculatum hat die ersten Blätter, welche es im Frühjahre treibt, mit weissen Flecken versehen: in beyden Fällen jedoch nimmt nur die Oberseite, nicht die Unterseite Theil daran. Auch bey Aucuba japonica scheint die gefleckte Beschaffenheit des Krautes die Kräftigkeit der Vegetation nicht zu vermindern.

§. 328.

Entstehung der Flecken.

Die gefleckten und scheckigen Blätter werden allein durch die Natur hervorgebracht und die Kunst scheint nichts weiter dabey zu vermögen, als dass sie die einmal entstandenen durch Theilung von verschiedener Art, durch Pfropfen und Oculiren fortpflanzet. Warum daher Pulmonaria in einigen Gegenden bloss gefleckte, in andern bloss ungefleckte Blätter bringt, warum in einem Walde zuweilen ein einziger Baum gefleckte Blätter hat, während alle andre umher auf dem nemlichen Boden nichts davon zeigen, lässt sich nicht angeben. Nur zu Vermuthungen können einzelne Erfahrungen Gelegenheit geben. Ph. Miller (Gärtn. Lex. IV. 167.) erzählt, dass die in den Gärten befindliche scheckige Abart von Sempervivum arboreum entstanden sey, als man einen Zweig von der einfarbigen Art gepflanzt hatte, nachdem er eine Zeitlang trokken gelegen: indem die nun zum Vorschein gekommenen jungen Blätter scheckig gewesen. Es wird hiebey nicht gemeldet, in welche Erdart der Ableger gepflanzt worden, da hievon am ehesten die Farbenänderung herzuleiten seyn dürfte. Burgsdorf berichtet (N. Gesch. vorz. Holzarten I. 269.) dass Buchenpflanzen im zweyten Jahre des Alters gefleckte Blätter bekamen, nachdem Schnecken im ersten Jahre die Saamenblätter und Rehe im darauffolgenden Winter den Stengel bis fast zum Sitze der ehemaligen Saamenblätter, abgefressen hatten. Im dritten Jahre aber wurden diese Pflänzchen in einen besseren Boden versetzt, worauf sie ihre schekkigen Blätter nach und nach verloren. Einen Kirschlorbeerstrauch sah ich an Schösslingen, so er aus der Wurzel getrieben, gescheckte Blätter bekommen, wovon andere aus der nemlichen Wurzel hervorgegangene nichts zeigten. Er befand

Digitized by Google

sich in einem sehr mageren Boden und hatte in einem harten Winter den grössten Theil seiner Zweige und Blätter verloren, dann aber jene neu getrieben. Andererseits habe ich häufig beobachtet, dass Pflanzen mit gescheckten Blättern in ein gutes Erdreich versetzt, worin sie kräftig wuchsen, ihre gescheckten Blätter ganz verloren. Es scheint demnach, dass eine eigenthümliche Schwäche und Kraftlosigkeit der Vegetation, welche entweder in der Nahrung gegründet ist, so die Wurzel giebt, oder in einer Disposition der festen Theile, im Stande sey, dem Safte des Parenchyms eine solche Beschaffenheit zu geben, wobey er theilweise nicht vermag, unter dem Einflusse des Sonnenlichts die grüne Farbe anzunehmen. Blair erzählt, dass ein Gärtner ein Reis von einer Pflanze, die er hedgehog nennt, auf eine Stechpalme gepfropft habe, worauf zwar das Reis gestorben, aber eine Scheckung auf dem ganzen Stock unter der Pfropfstelle entstanden sey (Bot. Ess. 386.). Dieses hat mit einer Ansteckung in der That viele Aehnlichkeit.

§. 329.

Entstehung der grünen Blattfarbe.

Es ist noch übrig, über die nächste Ursache der grünen Färbung der Blätter im Sonnenlichte, wo nicht Rechenschaft zu geben, doch einige Vermuthungen aufzustellen. J. Senebier machte die, nachmals von Andern oft wiederholte, Erfahrung, dass Alcalien den bleichsüchtigen Pflanzentheilen, den vom Lichte entfärbten, zuvor grünen, Tincturen von grünen Blättern, so wie den mit gelber Farbe sich darstellenden von bleichsüchtigen Pflanzentheilen, eine grüne Färbung ertheile (V. Einfl. d. Sonnenlichts IV. 3. Abhandl. §. 15. 16.) und er bemerkte, dass Pflanzen durch die Fäulniss zugleich mit der Brennbarkeit ihr Grün verloren (Das. §. 25.). Seine Meynung ist demnach, dass den bleichsüchtigen Pflanzen das Brennbare fehle und dass das Licht ihnen solches gebe, indem es sich mit ihrer Materie verbinde. Für eine solche Bindung des Lichts, welche auch aus der Analogie sich ergebe, insofern es von Körpern wiederausströmen könne, nachdem es von ihnen eingesogen worden, scheint ihm die ganz

Digitized by Google

örtliche Wirkung des Lichts dabey zu sprechen: indem
süchtige Blätter dem Lichte ausgesetzt und von ihm gr
färbt an solchen Stellen bleichsüchtig blieben, wo
einem undurchsichtigen Körper bedeckt gewesen. Sen
glaubt demnach, dass die gelbe Farbe den Pflanzen
eigenthümlich sey, das Licht aber solche in Grün ver
indem es durch seine Verbindung mit ihnen das Br
hinzufüge (A. a. O. 4. Abh. §. 10.). Später hat er
veg. IV. s. 5. ch. 4.) diese Meynung dahin näher bestimm
die Zuführung einer grösseren Quantität von Kohle,
durch die Einwirkung des Lichts auf die Pflanze erfo
aus der vergleichenden Analyse bleichsüchtiger und
Blätter sich ergebe, die Entstehung der grünen Far
anlasse. Die neugekeimte, die bleichsüchtige Pflanze,
geben die gelbe Farbe, das Blau aber die Kohle der
Blättern im Lichte zersetzten Kohlensäure, indem die
unter besondern Umständen nicht mit einer schwarzen
dern mit einer tiefblauen Farbe erscheint. Aus der M
dieser beyden Farben aber entsteht bekanntlich das
Sprengel scheint (Vom Bau §. 89.) dieser Meynu
Ganzen genommen, beyzutreten. Decandolle (Phy
II. 896.) findet die Theorie von Senebier, ohne da
sie grade unwahr nennen könne, doch etwas mech
Der Kohlenstoff sey, nach aller Wahrscheinlichkeit, ni
dem Schleime der Blätter gemischt, sondern ihm nur
den und chemische Composita nähmen oft Farben a
unabhängig von den Farben der einzelnen compon
Bestandtheile. Decandolle will deshalb das Licht i
vorbringung der grünen Farbe als ein blosses Reizmit
trachten (A. a. O. 900.). Allein damit ist für die Erk
wie es mir scheint, nichts gewonnen, und da die
von Senebier auf einer guten Grundlage, nemlich
fahrungen, die leicht noch vermehrt werden können,
so ist sie, wie ich glaube, keinesweges abzuweisen.
freylich dabey unerklärt: warum das Grün der Blätte
von so eigener Art, wenigstens bey den Phaneroga
dass die beyden Farben, welche darin erscheinen, si
der immer vollkommen das Gleichgewicht halten,

Digitized by Google

das Gelb oder das Blau überwiegt. Es ist merkwürdig, dass das farbelose Blut, welches ausströmet, wenn man die Schwanzspitzen einer Larve von Ephemera vulgata abschneidet, bey Einwirkung der atmosphärischen Luft ebenfalls eine apfelgrüne Farbe annimmt (Carus vom Blutkreislaufe in Insectenlarven 20. t. 3. f. 6.), und dieses erinnert wiederum daran, dass Tiedemann und Gmelin eine olivengrüne Farbe des geschlagenen Rinderbluts erhielten, als sie dasselbe mit hydrothionsaurem Gas schwängerten (D. Verdauung u. Versuchen I. Vorw. 14.).

§. 330.

Inbegriff der Verrichtungen der Blätter.

Den Nutzen der Blätter für die Pflanze setzt Cäsalpin darin, dass sie, so lange sie jung und unentwickelt sind, die Knospen und Fruchtanlagen schützen, indem sie solche umfassen, wie wenn es mit zusammengelegten Händen geschähe, sobald sie aber sich ausgebreitet haben, dieselben gegen die brennende Sonne beschatten. Allein diese Bestimmung, für welche die Natur andere Mittel genug in Bereitschaft hat, kann nur sehr untergeordnet seyn. Sicherer führt uns darauf die bisher erwogene Art ihrer Thätigkeit bey äusserer Einwirkung, welche sich am einfachsten darstellt, wo die Pflanze nur ein einziges Blatt oder Blattpaar hat, nemlich als Embryo eines reifen Saamen. Hier nimmt dasselbe Feuchtigkeit durch seine Oberfläche auf, weil die Wurzel noch ruht und die Gefässe noch fehlen; es breitet sich unter dem Einflusse der Atmosphäre und zum Theil auch des Lichts in eine Fläche aus und bildet seinen mitgebrachten rohen Nahrungsstoff in eine bildungsfähige Materie um. Durch das Absteigen derselben entwickelt sich die Wurzel und zieht andere rohe Nahrung Behufs der Entwicklung des zweyten Blattes oder Blattpaares an, womit die Verrichtung des ersten beendigt ist. Das erste Blatt ist also das erste Bewegende in der neuen Vegetation. Die Verrichtung der ausgebildeten Blätter ist davon nicht verschieden, nur sind die einzelnen Theile des Processes hier stärker entwickelt und diese sind, wie wir Oben fanden, von dreyerley Art: Ausdunstung der wässerigen Theile

Digitized by Google

des Safts, Athmung der Luft und Einsaugung der Lichts. Nur mit sehr vielem Wasser verdünnt können Nahrungsstoffe in die Wurzel eingehen, daher die Nothwendigkeit einer Fortschaffung desselben durch Transspiration. Durch das Athmen der Blätter wird der Saft mehr und mehr gerinnbar, aber erst durch das Licht wird in der Art seines Festwerdens eine Folge von Veränderungen bedingt, die mit der Blüthe und Saamenbildung sich endiget. Der Einfluss dieses Organs in der Blätterbildung wird daher immer entschiedener, der beym ersten Blatte noch so gut als Null war. Die Blätter sind also das Organ, worin der Saft für die Bildung neuer Theile, die ohne sie nicht geschehen kann, ausschliesslich zubereitet wird; in ihnen findet sich zu diesem Behufe ein zuführendes und ein zurückführendes System, Gefässe und Parenchym. Wie daher das Blut in den Lungen und Kiemen gerinnbarer wird und ein Princip in sich aufnimmt, vermöge dessen es alle Theile, in die es gebracht ist, ausbildet, ernährt und belebt, so auch der Saft in den Blättern der Gewächse. Auch das Respirationsorgan in jenem Reiche ist, wie Agardh sehr richtig bemerkt (Biol. d. Pfl. 217.), gewissermaassen der Mittelpunct des Saftumtriebes, das erste Bewegende in der thierischen Oeconomie. Denn wenn die Physiologen gewöhnsich das Herz als das Centrum der Blutbewegung betrachten, so wird es vom Blute doch eigentlich so durchströmt, dass dasselbe seine Bewegung nur fortsetzet, die hier also bloss verstärkt wird, da hingegen das Respirationsorgan solche ursprünglich erst erregt. Jenes Organ kann deshalb theilweise oder ganz fehlen, aber dieses niemals und seine Wirksamkeit geht selbst der Assumtion vorher, insofern das wirbelerregende Organ der Räderthiere, wenn wir es mit den Kiemen von Kaulquappen in den Wirkungen auf das Wasser vergleichen, offenbar nichts anders ist, als ein Respirationsorgan auf der niedrigsten Stufe.

Digitized by Google

Zusätze.

Zu §. 15. 16.

Die vorübergehende anscheinende Animalität, welche die Fruchtkörner von Wasseralgen zeigen, nachdem sie sich von der Mutterpflanze getrennt haben, ist nun auch von einem aufmerksamen Beobachter, F. G. Kützing, wahrgenommen worden (Linnaea VIII. 344.). Sie will J. Berkeley (Hook. Journ. of Bot. I. 233.) als blosse Wirkungen der von Dutrochet eingeführten Endosmose und Exosmose angesehen wissen. Wenn, sagt er, der Inhalt des Saamenkorns, das im Wasser von der Mutterpflanze sich gesondert hat, von halbflüssiger Art, folglich von anderem specifischen Gewichte, als das des Wassers, ist, so wird durch die Epidermis des Saamen das Wasser in denselben ein und wiederum ein Theil seiner flüssigen Materie in das Wasser übergehen. Eine Folge dieser Wirkung wird seyn das Umherbewegen des Saamenkorns durch den hervorgebrachten Strom, welches fortdauern wird bis zum Eintritte des Gleichgewichts, worauf das Korn zum Grunde gehen und zu vegetiren anfangen wird. Indessen gesteht der Verfasser selber, dass es ihm an Beobachtungen zur Unterstützung dieser Hypothese fehle und in der That wird Niemand, der die Bewegungen, wovon die Rede ist, kennt, sie mit solchen, die der genannten Ursache zugeschrieben werden könnten, für gleichartig halten.

Zu §. 34.

Meyen äussert, er habe, so wie C. G. Nees von Esenbeck, auch in dem Fruchtstiele von Jungermannien, der sich bekanntlich schnell verlängert, eine kreisende Saftbewe-

Digitized by Google

gung beobachtet, deren Characteristisches er nicht weiter beschreibt (Ueb. d. Bewegung d. Säfte in den Pflanzen. Berlin 1834. 8.). In der letzten Hälfte Februars habe ich Rasen von Jungermannia bidentata, mit Kapseln, die aus dem Kelche nur noch wenig hervorgetreten waren, reichlich besetzt, in ein ungeheiztes Zimmer genommen und in einer stets feuchten Atmosphäre erhalten. Nach wenigen Tagen fingen die Fruchtstiele an, sich zu verlängern und diese Verlängerung betrug bey einigen in 24 Stunden zwey bis drey Linien, bey andern weniger. Jene untersuchte ich in drey verschiedenen Graden der Entwicklung, nemlich wenn die Kapsel kaum aus dem Kelche getreten war, wenn der Fruchtstiel kaum die Hälfte seiner Länge und wenn er seine ganze Länge hatte. Die Zellen, deren mittleren Theil ein sparsames körniges Wesen einnahm, waren im ersten Falle eben so lang, als breit, im zweyten länger, im dritten vielmals länger. Aber wiewohl die Tage sehr hell waren und der Gegenstand unter dem Microscop aufs Deutlichste erschien, bemerkte ich doch keine Spur von Bewegungen, auch nicht nachdem der Fruchtstiel, von seinem Kelche getrennt, einige Stunden im Wasser gelegen hatte. Diesen Versuch wiederholte ich noch zweymal an fruchttragenden Exemplaren von Jungermannia Trichomanis Diks. mit gleichem Erfolge. Es scheint daher die wahrgenommene Bewegung in eine andere Klasse von Phänomenen, als wovon hier die Rede ist, gestellt werden zu müssen.

Zu §. 109—111.

Einen ähnlichen, völlig geschlossenen Ring von Gefässsubstanz wie in Pteris grandifolia, habe ich auch in Diksonia adianthoides] wahrgenommen, wo jedoch die Figur, welche er auf dem Queerabschnitte beschreibt, unregelmässiger ist, als dort. Er öffnet sich ebenfalls da, wo Seitenwedel abgehen, um nach dem Austritte von Gefässen für dieselben sich wieder zu schliessen und das saftreiche Zellgewebe, welches er einschliesst, ist von einer eigenthümlichen gallertartigen Beschaffenheit. Vortrefflich sind die Abbildungen, welche Mohl vom innern Bau der Farrenkräuter, besonders der baumartigen, in dem Werke von Martius (Icones selectae

Digitized by Google

plantar. cryptogamicar. Brasiliae Taf. XXIX—XXXVI.) gegeben hat: indessen lassen sie, wie ich glaube, etwas zu wünschen übrig, nemlich eine Ansicht des Gesammtkörpers der Gefässe, wie er nach seiner Ausdehnung in die Länge, besonders von Innen betrachtet, erscheint. Ich habe versucht, eine solche auf der zweyten Tafel zu geben, damit die Geschlossenheit des Cylinders, so wie der Ursprung und Verlauf der Spalten zu ersehen sey und ich wünschte zu wissen, worin die einfache Widerlegung bestehe, wodurch nach Meyens Ausspruche die Meynung, dass der Holzkörper der Farrenstämme einen geschlossenen, nur von Spalten durchbrochenen Cylinder bilde, sich als unrichtig darstellen soll (Bericht üb. d. Arbeiten in der physiol. Botanik im J. 1834. in Wiegmanns Arch. f. Nat. Geschichte I. 166.). Es müsste, um diese Behauptung zu rechtfertigen, dargethan werden, dass die Seitenverbindung der Gefässbündel nur scheinbar sey, wovon doch aus Queerabschnitten entschieden das Gegentheil sich ergiebt. Andererseits bin ich damit nicht einverstanden, wenn Mohl die kreisförmige Lage dickwandiger verlängerter Zellen an der Peripherie der Farrenstämme eine Rinde nennt, hingegen das Holz derselben nur auf die Schicht von gestreiften Gefässen mit Ausschluss der verhärteten Längszellen, welche die Einfassung derselben von Innen nach Aussen bilden, beschränken will (l. c. 44. 47.). Damit eine Substanz Rinde im physiologischen Sinne sey, ist nicht hinreichend, dass sie an der Oberfläche liege und wiederum gehören zum Holze nicht bloss Gefässe, sondern es wird vielmehr die Grundsubstanz desselben durch fibröse Röhren und verlängerte Zellen gebildet. Eben so leuchten mir die Gründe nicht ein „ vermöge deren mein genannter, hochgeschätzter Freund die braune Haut, welche bey den krautartigen Farrenkräutern die Bündel von Gefässen umschliesst, und die auch bey Aspidium Filix mas und Aspid. fragile keinesweges fehlt, nicht für den nemlichen Theil anerkennen will, wie die harte zellig-faserige Schicht, welche bey den baumartigen jene Einfassung des Gefässkörpers bildet (L. c. 55.). Mich dünkt, wo Lage, Bau, Härte, Farbe so auffallend übereinstimmen, wo auch gleiche Entwicklungsart und Bestim-

Digitized by Google

mung vorausgesetzt werden darf, könne man recht wohl die Theile, welche in dieser Art übereinkommen, als die nemlichen bezeichnen. Endlich auch betrachtet Mohl das Wachsthum der Farrenkräuter, so wie der Acotyledonen überhaupt, als von dem der Cotyledonarpflanzen darin wesentlich verschieden, dass dasselbe in einer blossen Verlängerung der Spitze bestehe, d. h. dass die Gefässbündel, welche in die oberen, jüngeren Blätter übergehen, eine blosse Fortsetzung derer seyen, wovon Ausläufer in die unteren und älteren übergegangen, ohne dass neue Gefässbündel, wie bey den Monocotyledonen, oder eine neue Kreislage von Gefässen, wie bey den Dicotyledonen, im alten Stamme erzeugt werden. Es beharret demzufolge, nach Mohls Ansicht, der untere Theil des Farrenstammes beym Fortwachsen der Spitze stets auf dem nemlichen Entwicklungspuncte, ohne weitere Veränderungen zu erleiden, indem er fortwährend zum Zuführen des Nahrungssaftes dient (L. c. 56. 57.). Wiewohl dieser Ausspruch im Allgemeinen durch die Anatomie gerechtfertiget wird, so muss man doch in Uebereinstimmung mit bekannten Gesetzen der Vegetation annehmen, dass der Farrenstamm keine neue Blätter bilden und sich verlängern könne, ohne dass zugleich neue Gefässe in dem alten Theile erzeugt werden, oder, wie Dupetit-Thouars sich ausdrücken würde, ohne dass neue Wurzeln von den neugebildeten Theilen durch ihn hinabsteigen. Aber nach aller Wahrscheinlichkeit erzeugen diese sich nur innerhalb des Gefäss-Cylinders, welcher dadurch an Umfang und Durchmesser zunimmt, ohne dass die neugebildete Masse bis auf einen gewissen Grad sich isolire, wie bey den Cotyledonarpflanzen.

Zu §. 179.

In Bezug auf den Gegenstand, wovon hier die Rede ist, habe ich kürzlich wieder die Kiemen von eben ausgeschlüpften Froschlarven, so wie den Embryo im Ey von Lymnaeus stagnalis beobachtet. Die Bewegung des Wassers im ersten Falle ging an der Oberfläche der Kiemen stets vom hinteren Theile zum vorderen und bey den stärksten und deutlichsten Vergrösserungen war ich mit aller Aufmerksamkeit nicht im

Digitized by Google

Stande, daran die geringste Spur von Wimpern zu entdecken, deren Bewegung nach dem Ausspruche von Purkinje und Valentin (De motu vibrator. contin. §. 2.) jenem Phänomen stets zum Grunde liegen soll. Schneidet man ein Stück der Kiemen ab, so beweget dasselbe sich bald schneller, bald langsamer um die nemliche ideelle Axe in der Art fort, dass die Spitze immer voran ist und diese Bewegung, so wie jene des Wassers, wenn die Kieme unbeweglich ist, sind unstreitig Wirkungen einer und der nemlichen Ursache. Von gleicher Art, wie jene, ist nun auch die Rotation des Schnekken-Embryo in seinem Ey, ein Phänomen, welchem in unsern Tagen nicht mit Unrecht eine besondere Wichtigkeit beygelegt worden, welches jedoch schon zu eben der Zeit, wo Leuwenhoek es beobachtete, auch von Bagliv wahrgenommen zu seyn scheint, nach einer Stelle in dessen Diss. de Tarantula, welche den 13. November 1695 unterzeichnet ist, zu urtheilen. „In advectis, sagt er, (P. II. 303. der Leipziger Ausgabe von 1828.) Neapoli Romam vivis ostreis lac inter illarum cavitatem fluitans deprehendi nil aliud esse, quam congeriem minutissimorum ovulorum: immo si lac illud microscopio observetur quaedam motus oscillatio ac partium lactis hinc inde progressus deprehendetur, quasi progressiones illae essent futuri animantis prima motus inchoamenta.“ Diese Drehung des Embryo von Mollusken geschiehet nicht nur in der nemlichen Richtung, wie die von abgeschnittenen Kiemenstückchen, so nemlich, dass das spitzere Ende, der Kopftheil, dabey immer voran ist, sondern sie hat auch den nemlichen Character, sofern sie theilweise beschleunigter ist, theilweise schwächer wird, zuweilen auch ganz intermittirt. Nimmt man dabey den Embryo aus seiner Hülle, so setzet er, was auch Carus beobachtet hat, im Wasser seine rotirende Bewegung fort und macht er darin einen zufälligen Stillstand, so siehet man an seiner Oberfläche, wo die stärkste Rückenkrümmung ist, auf die nemliche Weise wie an den Froschlarven-Kiemen, das Wasser einen Wirbel machen, dessen Richtung von Hinten nach Vorne geht, ohne dass an der Oberfläche von Härchen oder Wimpern das Geringste bemerkt werden könnte. Man muss hier, indem man aller

Digitized by Google

vorgefassten Meynung entsagt, wie ich glaube, anerkennen, dass eine unmittelbare Anziehung zwischen belebtem Festem und unbelebtem Flüssigem, ohne Vermittlung irgend eines Mechanismus Statt finde.

Zu §. 225.

Auf ähnliche Weise, wie Orobanche caryophyllacea der fremden Wurzel anhängt, sind auch Orob. minor und Orob. caerulea befestiget: aber Orob. major hat eine andere Art des Anhängens. Decandolle, Vaucher und Desmoulins (Ess. s. l. Orobanches: Ann. d. Sc. natur. II. Ser. III. 65.) scheinen der Meynung zu seyn, dass bey den mit einer fibrösen Wurzel begabten Orobanche-Arten nur der Wurzelstock mit seiner unteren Extremität einer ihm Nahrung gebenden Wurzel ansitze, die Fibrillen aber sämmtlich frey in die Erde ausgehen. Der erstgenannte Schriftsteller rechnet jene deshalb zur zweyten Klasse seiner wurzelständigen Parasiten (paras. radicicoles), nemlich den Polyrhizen, wovon die dritte Klasse, nemlich die Polystomen, sich darin unterscheiden soll, dass hier auch die Würzelchen und ihre zahlreichen Endungen der die Pflanze ernährenden Wurzel sich ansetzen (Phys. veg. III. 1416.). Allein Braun bemerkt, dass bey Orob. caryophyllacea die kleinen fleischigen Stolonen, womit doch nur die Würzelchen gemeynt seyn können, überall den Verzweigungen der fremden Wurzel sich anhängen (Deutschl. Flora v. Koch IV. 446.). In der That habe ich von der genannten Art keinen andern Zusammenhang, als diesen, mit den grösseren und kleineren Würzelchen von Thymus Serpyllum wahrgenommen, obschon ich eine Menge von Individuen desfalls untersuchte. Hingegen Orobanche caerulea und minor hingen, jene den grösseren und kleineren Wurzeln von Achillea Millefolium, diese denen von Trifolium pratense sowohl mit ihrem Hauptkörper, als mit ihren Fibrillen an und zwar geschah die Adhärenz von Seiten der Mutterpflanzen, wie des Parasiten, sowohl seitwärts, als an den Extremitäten dermaassen, dass man im letzterwähnten Falle Fibern sehen konnte, die mit dem einen Theile ihrer Länge der Mutterpflanze, mit dem andern dem Parasiten, angehörten

Digitized by Google

Wo eine Seitenverbindung mit grösseren und schon etwas verholzten Wurzelzweigen der Mutterpflanze bestand sah man von der Wurzel des Parasiten einen oder mehrere Fortsätze durch die Rinde bis zum Holze eindringen: wo aber die Verbindung am Ende des einen oder des andern Theiles Platz hatte, war derselbe mehr oder minder verdickt, wobey die Gefässsubstanz sich merklich ausbreitete. Uebrigens war bey genannten drey Arten nicht zu verkennen, wie nur ein Theil der Würzelchen den Verzweigungen der fremden Wurzel anhing, hingegen die Mehrzahl derselben, deren Spitzen jedoch selten unversehrt waren und die daher auch zum Theile noch adhärirt haben konnten, es nicht that, ohne dass ich daraus eine unmittelbare Einsaugung der Erdfeuchtigkeiten durch diese schliessen möchte. Ganz anders hingegen verhält es sich mit der Anheftung von Orobanche major an ihrem Subjecte, nemlich den Wurzelzweigen von Spartium scoparium und Genista sagittalis. Diese Art nemlich gehört jener Gruppe von wurzelständigen Parasiten an, welche keine Würzelchen haben, sondern denen ihr ungetheilter Wurzelstock selber die Basis ist, womit sie der fremden Wurzel sich ansetzen. Diese bilden daher bey Decandolle die erste Klasse derselben, welche er Monobases nennt und die alten Botaniker (Clus. Hist. pl. I. 270. Lobel. Icon. pl. II. 89.) haben sie, mit ihrer gewöhnlichen Genauigkeit, schon so abgebildet. Hier ist eine der grösseren Wurzelzweige der genannten Sträucher, oft in einer Entfernung von mehreren Ellen von der Hauptpflanze, ganz oder grösstentheils von der Wurzelsubstanz des Parasiten eingehüllt, der, nach einem Ausdrucke von Desmoulins, auf ihn wie gepfropft ist, aber in der Art, dass man beyder Gränze, sowohl von Aussen, als von Innen, vollkommen unterscheidet. Zuweilen wird das Anhangen an dem Ende eines Wurzelastes, zuweilen seitwärts desselben beobachtet: in beyden Fällen verdickt dieser sich beträchtlich gegen den Zusammenhangspunct, inwendig aber breitet seine Faser- und Gefässubstanz sich aus, ohne dass man den geringsten Uebergang dieser Substanz oder auch des Zellgewebes in den Parasiten, oder umgekehrt, des genauesten Zusammenhanges ungeachtet, wahrnähme.

Digitized by Google

Zu §. 296.

An den Hülsen von Podaliria australis, die zwar ausgewachsen, aber noch grün und saftvoll waren und erst sehr unausgebildete Saamen hatten, habe ich während einer anhaltenden Hitze und Dürre bemerkt, dass ihre Höhle ein sehr klares Wasser ohne Geruch und ohne Geschmack enthielt. Zuweilen betrug dessen Quantität nur einen halben Scrupel, zuweilen eine halbe Drachme: aber wenn die Hülse der Reife sich näherte ward nichts mehr wahrgenommen. Da diese auch in ihrem Parenchym viel wässerigen Saft enthielt, so schien hier der Ursprung jener Wasserbildung gesucht werden zu müssen: jedoch war augenscheinlich nicht die ganze innere Oberfläche des Fruchthalters das Absondernde, indem sie mit einer festen und fast pergamentartigen Oberhaut bekleidet ist, sondern das schwammige, mit keiner Epidermis versehene, Zellgewebe des ziemlich dicken Nabelstranges, in dessen Nähe auch immer das meiste Wasser gesammelt war. Von denen, welche die Pflanze im wilden Zustande beobachteten, Pursch, Nuttall, Elliot, oder die ihren cultivirten Zustand beschrieben haben, Ventenat, Curtis und Andern, ist dieser Erscheinung keine Erwähnung geschehen. Auch in den sehr jungen, aber bereits Luft enthaltenden Hülsen von Colutea orientalis habe ich an sehr warmen Tagen Wassertröpfchen an der inneren Oberfläche der Schotenwand zerstreut gefunden. Sie hingen besonders da an, wo die in der Queere fortlaufenden Adern sich theilten und das Wasser war, wie gewöhnlich, klar und geschmacklos.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Vielstrahlige, mit den Strahlen verbundene, Zellen woraus die Queerscheidewände der Lufthöhlen im Blattstengel von Sagittaria lancifolia bestehen (S. 30.).

Fig. 2. Zellgewebe aus dem Stengel von Hablizia tamnoïdes M. B. in der Queere und

Fig. 3. In der Länge durchschnitten, die Intercellulargänge zu zeigen, in denen hier nicht blosse Luft scheint enthalten zu seyn (S. 50.).

Fig. 4. Die nemlichen Gänge mit Luft erfüllt aus einem Längendurchschnitte des Blattstengels von Sium angustifolium L. (S. 49.).

Fig. 5. Parallelepipedische Crystalle aus dem Stengel von Piper clusiaefolium, deutlich in den Zellen selber eingeschlossen (S. 47.).

Fig. 6. Längendurchschnitt durch einen Theil des Stammes von Aloë arborescens Dec. *a*. Eines der äusseren Gefässbündel. *bc*. Rinde, worin einzelne Zellen verdunkelt durch nadelförmige Crystalle (Raphiden), wovon sie erfüllt sind (S. 47.). *dd*. Gefässbündel, welche durch die Rinde zu den Blättern übergehen, indem sie mit *a* sich kreuzen (S. 201.).

Fig. 7. Ein Theil des Rindenzellgewebes der vorigen Figur (*bc*) mehr vergrössert, zu zeigen, dass die Crystalle sich auf den Raum einer Zelle beschränken.

Fig. 8. Der nemliche Theil im Queerdurchschnitte gesehen.

Fig. 9. Zellgewebe aus dem Blatte von Bulbine frutescens W. Die Räume *a*, welche hier die Nadelcrystalle enthalten und deren einer in *b* geöffnet ist, können sowohl für erweiterte Zwischenräume, als für besondere Zellen, von den übrigen *c* etwas verschieden, betrachtet werden (S. 47.).

Fig. 10. Längenabschnitt im Holzkörper von Calycanthus floridus durch die Axe geführt. *aa*. Grösseres punctirtes Gefäss, woran die Puncte vergrössert als queerliegende Ovale, in deren Mitte eine ähnlichgeformte

Digitized by Google

Oeffnung zu seyn scheint, hervortreten. *bbb*. Kleinere getüpfelte Gefässe, deren Tüpfel als blosse kreisförmige Hervorragungen erscheinen (S. 102.). *cc*. Blossgelegtes Zellgewebe der Markstrahlen (S. 231.).

Fig. 11. Holzröhren einer fossilen Conifere aus dem Steinbruche von Craigleith in Schottland.

Fig. 12. Ein Stück von einer dieser Röhren stärker vergrössert (S. 113.).

Fig. 13. Ansicht des queerdurchschnittenen Stengels von Myriophyllum spicatum L. *a*. Centraler Körper von fibrösen Röhren und Gefässen. *b*. Zellige Scheidewände, welche zwischen den Lufthöhlen *c*. sich befinden und an denen man stachlige Körper ohne merkliche Ordnung ansitzen siehet (S. 135.).

Fig. 14. Natürliche Grösse dieses Abschnittes.

Fig. 15. Eine der Scheidewände (F. 13. *b*.) der Länge nach betrachtet mit den ansitzenden gestachelten Körpern, deren

Fig. 16. Einer noch mehr vergrössert dargestellt ist.

Fig. 17. Zusammengesetztes Absonderungsgefäss aus dem Blattstiele von Caladium sagittifolium V. in der Queere durchschnitten. Es wird zunächst durch einen Kreis von einfachen absondernden Gefässen gebildet, welchem an der einen Seite ein Bündel von fibrösen Röhren, an den übrigen aber ein allmählig erweitertes Zellgewebe, worin grosse Lufthöhlen liegen, sich anschliesst (S. 142.).

Fig. 18. Der nemliche Theil in der Länge durchschnitten. *aacc*. Absonderungsgefässe der einfachen Art. *b*. Blossgelegte Höhle, durch ihr Zusammenstellen gebildet.

Tafel II.

Fig. 19—23. Queerabschnitte des allgemeinen Blattstieles von Pteris grandifolia in geringen Entfernungen von einander über und unter dem Austritte eines Blättchens gemacht. In F. 19 siehet man den Gefässring geschlossen bis auf eine kleine Lücke *a* an der Oberseite. Die Rindensubstanz ist an zwey entgegengesetzten Puncten *bb* unterbrochen. In F. 21 hat der Gefässring auf der einen Seite bey *c* sich geöffnet. In F. 22 siehet man daselbst ein halbmondförmiges Bündel sich ablösen, worauf in F. 23 er wieder völlig geschlossen ist (S. 185.).

Fig. 20. Ein Theil des Abschnittes, den F. 19 darstellt noch mehr vergrössert. *b*. Unterbrechung der fibrösen Rindensubstanz durch einen Fortsatz von Zellgewebe

Digitized by Google

cdc. Durchschnittener Ring von fibrösen Röhren und Gefässen, auf beyden Seiten eingefasst von einer tiefergefärbten zelligen Substanz *cc.* *d.* Reihe durchschnittener Gefässe. *e.* Centrales markartiges Zellgewebe.

Fig. 24. Stück vom Längendurchschnitte eines Farrnstammes von den Antillen, um ein Drittel verkleinert. *a.* Starke Schicht von Würzelchen, welche die harte fibröse Substanz *b* von Aussen bekleidet. *cc.* Oeffnungen an der Innenseite des Holzkörpers, deren jede dem Austreten eines Blattstieles entspricht. *dd.* Stellen, wo der Längendurchschnitt solche Oeffnungen getroffen hat. *ee.* Durchbohrung der harten äusseren Substanz von Gefässbündeln, welche in den Blattstiel übergehen (S. 187.).

Fig. 25. Der nemliche Theil auf dem Queerdurchschnitte betrachtet und in natürlicher Grösse dargestellt. *aa.* Würzelchen. *bb.* Ring von fester fibröser Substanz. *cccc.* Einfassung der Gefässsubstanz *f* durch eine ähnliche Masse, von welcher sie sich durch Eintrocknen abgesondert hat. *d.* Eine der Oeffnungen, welche den Austritt der Gefässsubstanz in einen Blattstiel bezeichnen, in der Queere und *e.* in der Länge durchschnitten.

Tafel III.

Fig. 26. Ein Theil vom Queerdurchschnitte des Rhizoms von Carex arenaria L., worin zwey Holzbündel, nebst dem sie umgebenden Zellgewebe sichtbar sind. *a.* Fibröse Röhren. *b.* Gefässe. *c.* Eigenthümliche Saftbehälter einfacher Art, so den Mittelpunct des Holzbündels einnehmen (S. 195.).

Fig. 27. Queerdurchschnitt eines Holzbündels aus dem Halme von Arundo Donax L. Bezeichnung die nemliche, wie in F. 26. (Ebendas.).

Fig. 28. Queerdurchschnitt eines Stengelknoten vom Zuckerrohr. (Saccharum officinale L.).

Fig. 29. Ein Theil dieses Durchschnittes stärker vergrössert. *aaa.* Senkrechte und *bbb.* von Innen nach Aussen verlaufende, also mit jenen sich kreuzende, Gefässbündel (S. 201.).

Fig. 30. Der nemliche Theil nach der Länge in der Richtung der Axe durchschnitten. Bedeutung der Zeichen die nemliche.

Fig. 31. Längenabschnitt vom Holze des Pittosporum undulatum Andr. in der Richtung der Markstrahlen geführt. *aa.* Punctirte Gefässe mit scheinbaren elliptischen

Digitized by Google

Seitenöffnungen, wo nemlich die Glieder sich theilweise trennten (S. 105.). *bcb.* Ein Blatt von horizontalem strahligem Zellgewebe, welches in der Mitte aus punctirten Röhren zu bestehen scheint.

Fig. 32. Dieser Theil des Gewebes stärker vergrössert, zu zeigen, dass es gleichfalls nur horizontale Reihen von Zellen sind (S. 233.).

Fig. 33. Neue Splintlage von Amorpha fruticosa L. im Anfange ihrer Bildung während der ersten Hälfte Maye im Queerdurchschnitte gesehen. *ab.* Rinde. *cd.* Holz. *bc.* Erstes Erscheinen der neuen Splintlage mit einem Kreise von ausgebildeten Gefässen (S. 242.).

Fig. 34. Queerdurchschnitt des verhärteten Markes aus einem über 60 Jahr alten, gesunden Buchenstamme in natürlicher Grösse.

Fig. 35. Ein Theil davon sehr vergrössert. *a,* Holzsubstanz. *b.* Halbkreis von fibrösen Röhren, worin keine Gefässe enthalten. *c.* Markstrahlen aus mehreren Zellenlagen bestehend. *d.* Mark, dessen Zellen eine sehr verkleinerte, zum Theile mit körnigem Wesen gefüllte, Höhle haben.

Fig. 36. Das nemliche verhärtete Mark in der Länge durchschnitten den unveränderten Zellenbau zu zeigen (S. 275.).

Digitized by Google

Verbesserungen.

S. 32 Z. 3 v. Oben l. ringsgeschlossenen statt ringsumschlossenen.
S. 56 Z. 3 v. Unten l. 27 st. 26.
S. 78 Z. 7 v. U. l. scheint st. erscheint.
S. 86 Z. 6 v. O. l. Donax st. Donanax.
S. 113 Z. 13 v. O. l. Verdünnung st. Verbindung.
S. 115 Z. 4 v. O. l. den st. der.
S. 117 Z. 3 v. U. l. der Loupe st. von Lauge.
S. 127 Z. 6 v. U. l. Thierkörpers, allemal aber st. Thierkörpers allemal.
S. 131 Z. 15 v. U. l. Zelle st. Zellen.
S. 140 Z. 17 v. O. l. mir st. nur.
S. 148 Z. 5 v. O. l. wörtlicher statt wirklicher.
S. 154 Z. 9 v. O. lösche das , hinter: Saamen.
S. 168 Z. 14 v. U. l. erwachsenen st. verwachsenen.
S. 170 Z. 4 v. O. l. vorgeht st. vergeht.
S. 181 Z. 2 v. O. l. Siphonigonata st. Siphogonata.
S. 186 Z. 2 v. O l. ein st. an.
— — Z. 12 v. O. l. Mark st. Rinde.
— — Z. 22 v. O. l. holzigen st. fibrösen.
S. 190 Z. 6 v. O. l. gesättigtes st. geschättigtes.
S. 194 Z. 18 v. O. l. Puncte st. Poren.
S. 208 Z. 2 v. O. l. Dichtigkeit st. Durchsichtigkeit.
S. 219 Z. 18 v. O. setze ein , nach: jedoch.
S. 226 Z. 7 v. U. l. Röhren st. Höhlen.
S. 242 Z. 7 v. U. l. im Judasbaume st. am Judasbaum.
S. 247 Z. 5 v. U. setze ein ; hinter: wird.
S. 255 Z. 16 v. O. ist „Mirbel" vor „Anat." einzuschalten.
S. 264 Z. 13 v. O. l. die st. der.
S. 279 Z. 3 v. U. l. Gefässe st. Spiralgefässe.
S. 305 Z. 10 v. U. setze , hinter: Flüssigkeiten.
S. 380 Z. 13 v. U. l. der st. den.
S. 463 Z. 13 v. U. l. ein st. an.
S. 468 Z. 4 v. O. l. Körper st. Organe.
— — Z. 17 v. O. l. flächlichen st. flächligen.
S. 490 Z. 14 v. U. l. Drachmen st. Drachm.
S. 500 Z. 5 v. O. l. Clas st. Clias.
S. 506 Z. 11 v. U. l. nach sich zieht st. nach zieht.
S. 508 Z. 2 v. O. lösche das , hinter: Stengel.

Digitized by Google

Fig. 1

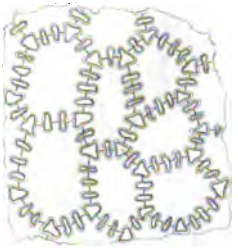


Fig. 2.

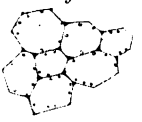


Fig. 3

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

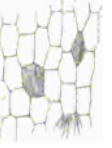


Fig. 8.

Fig. 9.

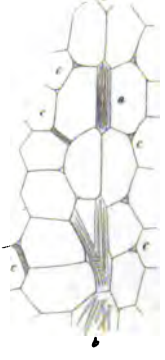


Fig. 10.

Fig. 11

Fig. 12.

Fig. 13

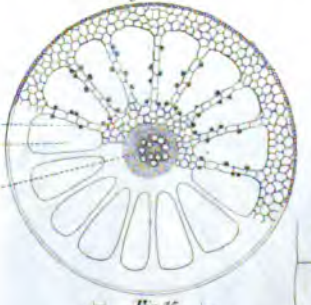


Fig. 14.

Fig. 16.

Fig. 17

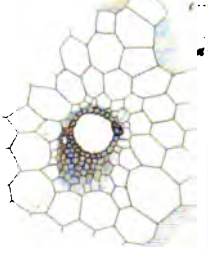


Fig. 18

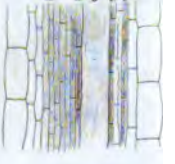
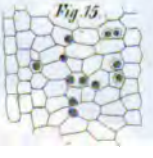


Fig. 15.



Digitized by Google

Digitized by Google

TAB. II.

Fig. 20

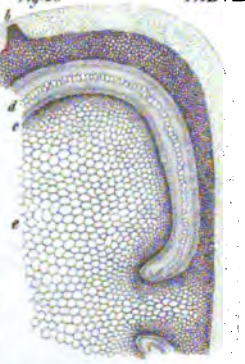


Fig. 19

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

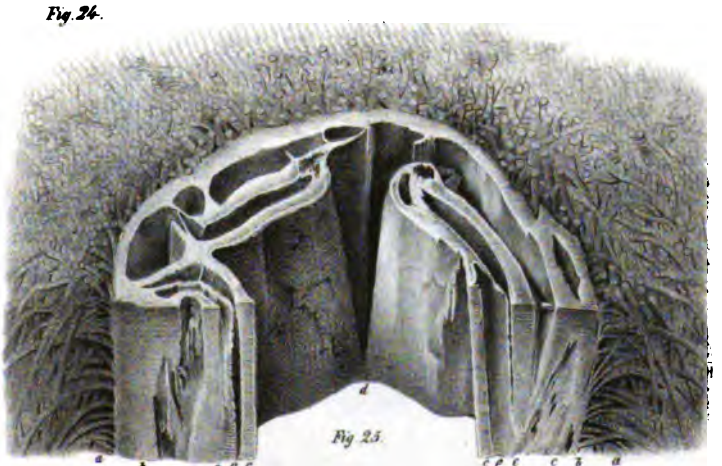


Fig. 25.

A. Henry del. sc. et in lap. del.

Lith. Henry & Cohen Bonnes

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 26.

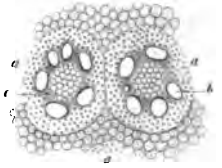


Fig. 27

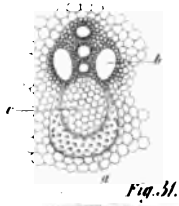


Fig. 28

Fig. 29.

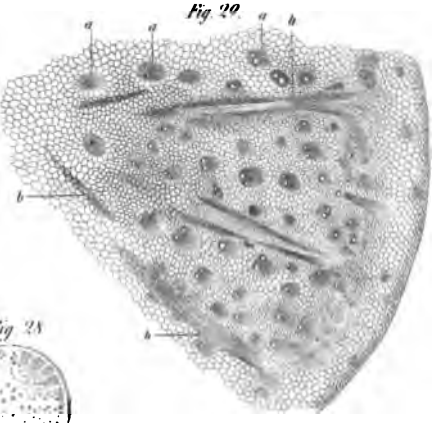


Fig. 31.

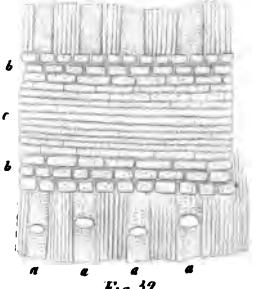


Fig. 30.

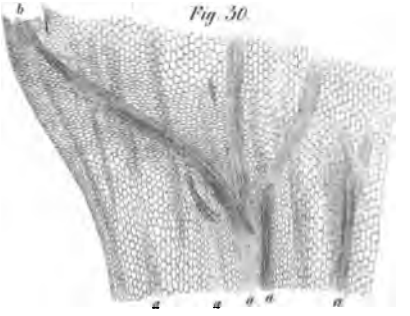


Fig. 32.

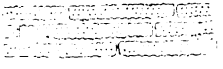


Fig. 35

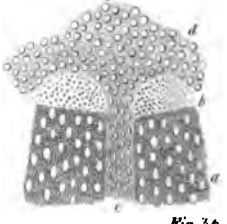


Fig. 33.

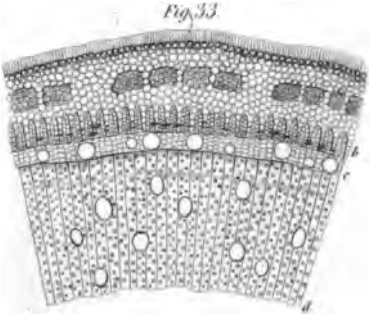


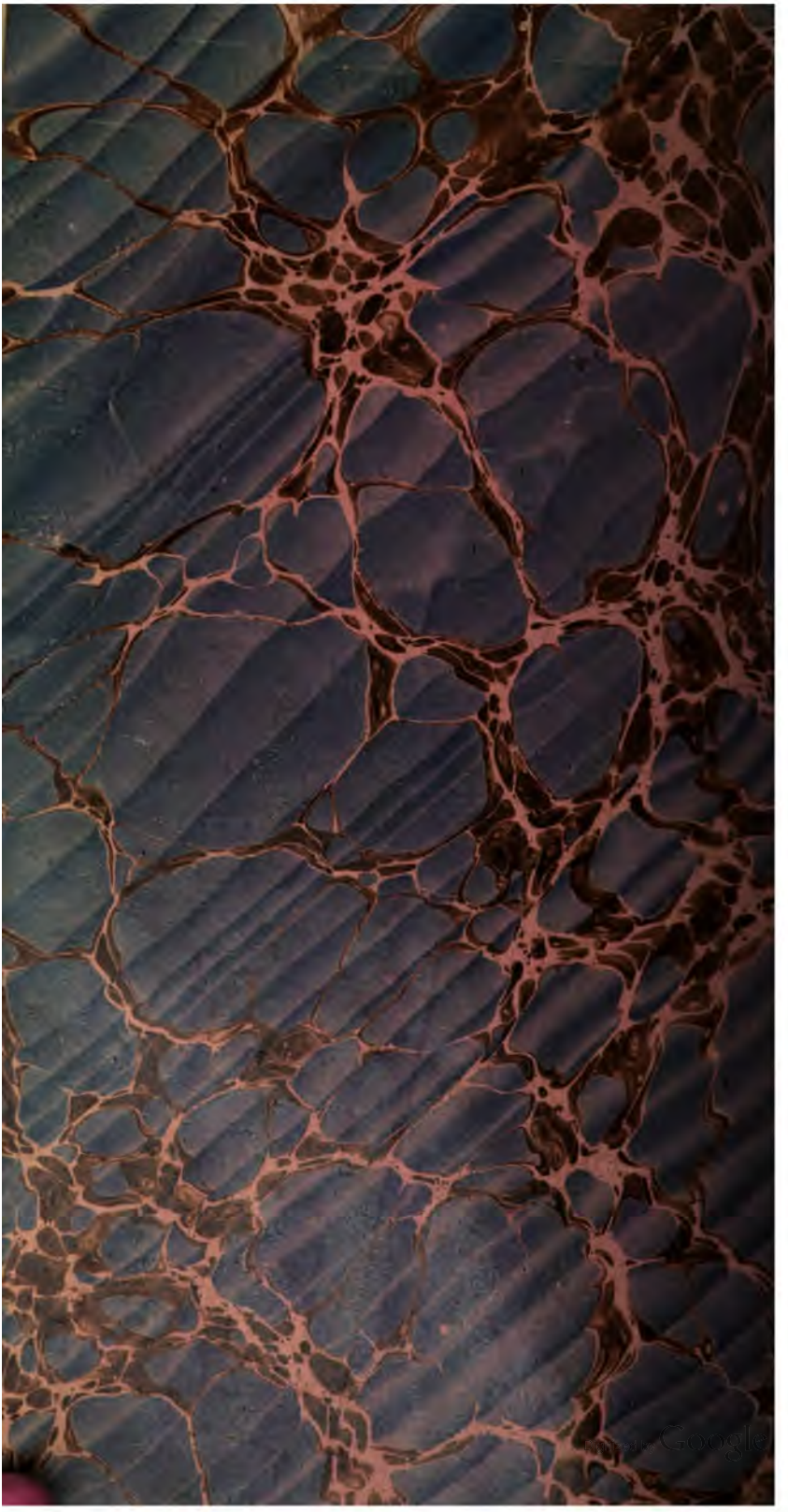
Fig. 34

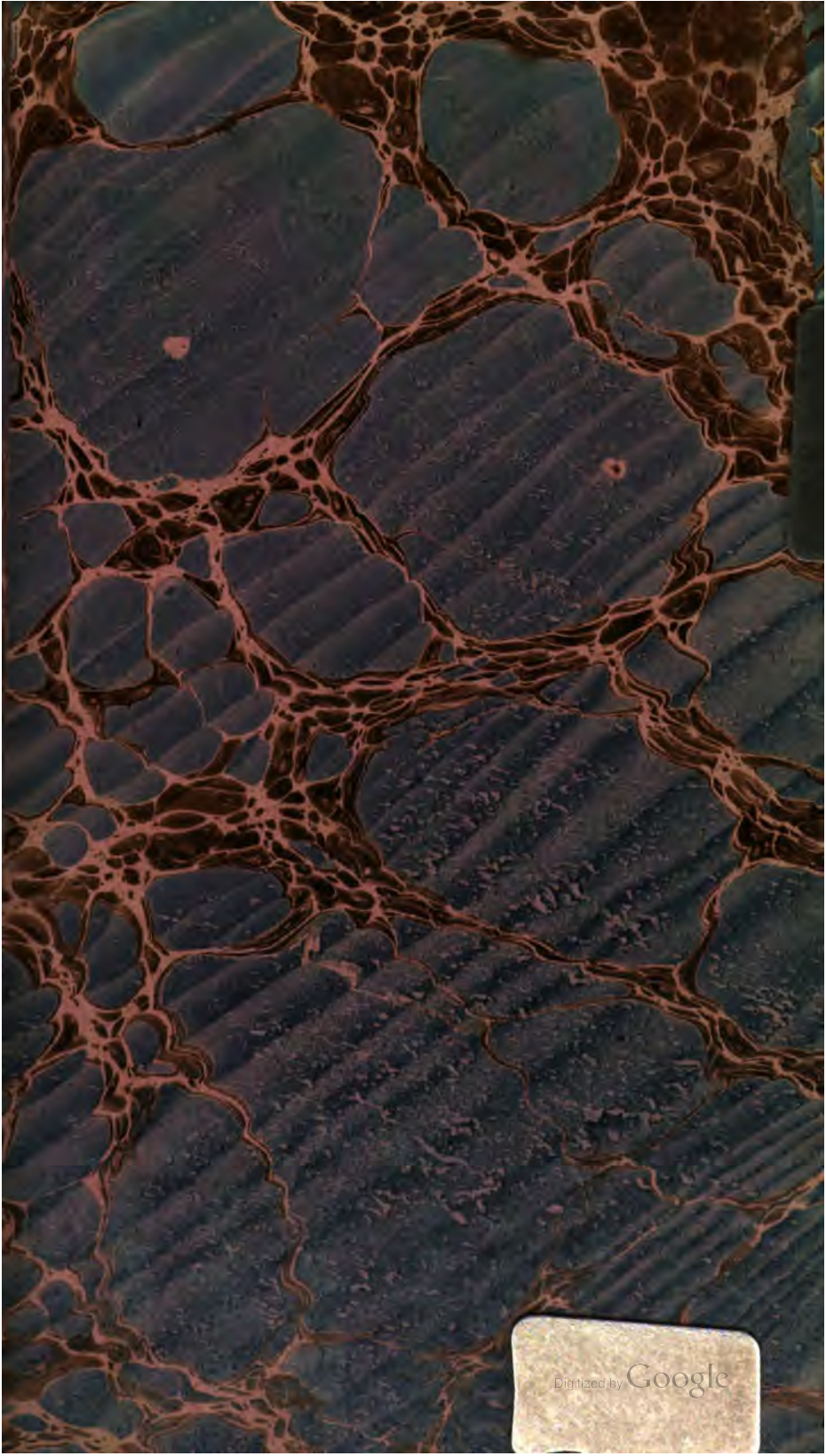
Fig. 36

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google